

**UNIwersYTET ZIELONOGÓRSKI**  
Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska

**zeszyty  
naukowe**

**131**

# **OCHRONA I REKULTYWACJA TERENÓW DORZECZA ODRY**

**ZRÓWNOWAŻONA GOSPODARKA  
ZASOBAMI NATURALNYMI**



## **PROTECTION AND RECULTIVATION OF ODRA-BASIN AREAS**

**SUSTAINABLE NATURAL  
RESOURCES MANAGEMENT**



**REDAKCJA NAUKOWA**

**Henryk Greinert  
Andrzej Greinert  
Urszula Kołodziejczyk**



## **RADA WYDAWNICZA**

Marian Nowak (przewodniczący), Marian Adamski, Krystyna Ferenz,  
Magdalena Graczyk, Stanisław Janik, Lidia Kataryńczuk-Mania,  
Tadeusz Nadziejka, Romuald Świtka, Bazyli Tichoniuk,  
Irena Bulczyńska (sekretarz)



UNIwersytet  
Zielonogórski

Copyright by University of Zielona Góra  
Zielona Góra 2004

**ISBN 83-89321-95-5**

*Publikacja dofinansowana ze środków  
Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska  
i Gospodarki Wodnej w Zielone Górze*

OFICyna WYDAWNICZA UNIwersYTETU ZIELONOGóRSKIEGO  
65-246 Zielona Góra; ul. Podgórna 50  
tel./fax (068) 328 78 64; [OficinaWydawnicza@adm.uz.zgora.pl](mailto:OficinaWydawnicza@adm.uz.zgora.pl)

Nakład 200 egz.

## **ORGANIZATORZY KONFERENCJI** *CONFERENCE ORGANIZERS*

**UNIWERSYTET ZIELONOGÓRSKI**  
INSTYTUT INŻYNIERII ŚRODOWISKA  
ZAKŁAD ODNOWY ŚRODOWISKA

**UNIVERSITY OF ZIELONA GÓRA**  
*INSTITUTE OF ENVIRONMENT ENGINEERING*  
*DEPARTMENT OF ENVIRONMENT RESTORATION*

## **WSPÓŁORGANIZATORZY** *COORGANIZERS*

Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa – Oddział w Zielonej Górze  
*Agency for Restructuring and Modernisation of Agriculture - Branch in Zielona Góra*  
Lubuski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Zielonej Górze  
*Melioration and Water Facilities Board of Lubuskie Province in Zielona Góra*  
Polskie Towarzystwo Geologiczne – Oddział Ziemi Lubuskiej  
*Polish Geological Society – Lubuska Land Branch*  
Polskie Towarzystwo Gleboznawcze – Oddział w Zielonej Górze  
*Polish Soil Science Society – Branch in Zielona Góra*  
Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Zielonej Górze  
*State Agency for Forestry – Zielona Góra Department of the SAF*  
Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Zielonej Górze  
*Voivod Foundation of Environment Protection and Water Management in Zielona Góra*

## **PATRONAT HONOROWY** *HONOUR PATRONAGE*

**Czesław Śleziak**  
Minister Środowiska  
*Minister of Environment*

**Andrzej Korski**  
Wojewoda Lubuski  
*Voivod of Lubuskie Province*

**Andrzej Bocheński**  
Marszałek Województwa Lubuskiego  
*Marshal of the Lubuskie Voivodship*

**Bożena Ronowicz**  
Prezydent Miasta Zielona Góra  
*Mayor of city Zielona Góra*



**KOMITET NAUKOWY**  
**SCIENTIFIC COMMITTEE**

**Przewodniczący**  
***Chairman***

Prof. dr hab. inż. Henryk Greinert

**Członkowie**  
***Members***

Dr hab. inż. Tadeusz Chrzan, prof. UZ  
Prof. dr hab. Andrzej Dragowski  
Prof. dr hab. Barbara Grabowska-Olszewska  
Dr hab. Jerzy Jańczak, prof. IMGW  
Prof. dr hab. Adam Koćmit  
Prof. dr hab. Jerzy Liszkowski  
Prof. dr hab. Leszek Szerszeń  
Dr hab. inż. Mieczysław Szustakowski, prof. UZ

**KOMITET ORGANIZACYJNY**  
**ORGANIZING COMMITTEE**

**Przewodniczący**  
***Chairman***

Dr hab. inż. Andrzej Greinert  
Dr hab. Urszula Kołodziejczyk

**Członkowie**  
***Members***

Mgr inż. Leszek Banach  
Mgr inż. Anna Bobowska  
Dr hab. inż. Michał Drab  
Dr inż. Jarosław Gniazdowski  
Mgr inż. Artur Szymańczyk  
Mgr inż. Piotr Warcholak  
Mgr inż. Sebastian Węclewski



## SIEDEMDZIESIĘCIOLECIE

**Prof. dra hab. inż.  
HENRYKA GREINERTA**

Nasz Szanowny Jubilat urodził się 2 października 1934 roku, w Iwcu – jednym z miast pięknego pomorskiego regionu Borów Tucholskich. Losy powojenne oznaczały dla rodziny Greinertów, podobnie jak dla wielu innych rodzin w tej części Europy, migrację w poszukiwaniu nowej, lepszej przyszłości. Wraz z rodziną, osiedlił się On na ziemi szczecineckiej – w pobliżu Białego Boru (dawne woj. koszalińskie, obecnie zachodniopomorskie). W tym malowniczym krajobrazie, aczkolwiek w nie najłatwiejszych czasach, przeszedł okres dziecięcy i młodości Jubilata. W roku 1954 ukończył Liceum Ogólnokształcące w Szczecinku, aby znowu podjąć podróż – tym razem na studia do Szczecina. Wyższą Szkołę Rolniczą w Szczecinie Henryk Greinert skończył w roku 1960, uzyskując tytuł magistra inżyniera rolnictwa ze specjalnością w dziedzinie gleboznawstwa. Aktywność naukowa i nieprzeciętne zdolności dzisiejszego Jubilata uwidoczniły się już w trakcie studiów – działał On w Studenckim Kole Naukowym Gleboznawców, od roku 1957 pracował w Katedrze Gleboznawstwa WSR jako technik, a już od 1 września 1958 roku prowadził zajęcia jako asystent. Po skończeniu studiów, w roku 1961, awansował na stanowisko starszego asystenta, a po obronie pracy doktorskiej w roku 1966 – adiunkta. Pracę doktorską zrealizował na temat *Kształtowanie się zawartości i rozmieszczenia kobaltu w ważniejszych glebach Pomorza Zachodniego na tle niektórych ich właściwości*.

Tematykę badawczą tego okresu śmiało można nazwać pionierską dla ówczesnego gleboznawstwa polskiego. Badania zawartości i zachowania się mikroelementów w glebach narażały wiele kłopotów, tak analitycznych jak interpretacyjnych. Nieznane były wtedy techniki badawcze, dzięki którym możemy dzisiaj mówić o mikroelementach jako o w dużej mierze poznanych elementach składowych środowiska przyrodniczego. Niezbyt „modne” było także analizowanie zachowania się występujących w glebach pierwiastków, nie rzutujących bezpośrednio na plonowanie roślin. Problematyka kobaltu, jako konstytucyjnego składnika witaminy B<sub>12</sub>, warunkującej tworzenie się hemoglobiny u zwierząt i ludzi, była *de facto* zagadnieniem



interdyscyplinarnym, do czego przywykliśmy w czasach obecnych – wtedy było to novum.

Poszukując nowych wyzwań na niwie naukowej, dążąc do poznania osiągnięć innych środowisk badaczy, Jubilat nie stronił od konfrontacji swoich wyników z osiągnięciami naukowymi ośrodków zagranicznych.

W roku 1959 odbył praktykę zawodową w Obertraubling k. Regensburga (RFN). W latach 1968-1969 odbył roczny staż naukowy w Katedrze Gleboznawstwa Michigan State University (USA). Tematem przewodnim stażu było zagadnienie efektywności nawożenia gleb torfowych związkami manganu.

Już w roku 1972 Uchwałą Rady Wydziału Rolniczego Akademii Rolniczej w Szczecinie z 26 czerwca nadano obecnemu Jubilatowi tytuł naukowy doktora habilitowanego nauk rolniczych w zakresie gleboznawstwa – na podstawie pozytywnej oceny dorobku naukowego i przedstawionej pracy pt. *Zagadnienie kobaltu w glebach murszowych*.

Lata siedemdziesiąte to kolejny okres poszukiwań w życiorysie Jubilata. Swoją wiedzę służył on Akademii Rolniczej w Szczecinie, Politechnice Szczecińskiej, kierował Instytutem Melioracji i Użytków Zielonych w Szczecinie. Nie były to proste czasy dla pracy naukowej w Polsce – nauka oznaczała liczne wyrzeczenia, stała w kontraście z wypoczynkiem, a nierzadko i życiem rodzinnym. Dar wiedzy to jednak ogromna odpowiedzialność. Wiedział o tym także nasz Jubilat. W roku 1979 zdecydował się na przeniesienie wraz z rodziną do Zielonej Góry, w którym to dolnośląskim grodzie podjął pracę w Wyższej Szkole Inżynierskiej. Od samego początku wykazał ogromną aktywność w tworzeniu nowych kierunków badań naukowych tego, młodego ośrodka naukowego. Wprowadzając zagadnienia gleboznawstwa, ochrony gleb, rekultywacji gleb, chemii rolnej i środowiskowej do dydaktyki i nauki, znacząco rozszerzył spojrzenie na inżynierię środowiska – kierunek działań, zgodny z administracyjnym podziałem zielonogórskiej uczelni. Równolegle prowadził działania naukowe i popularyzatorskie na niwie pozauczelnianej, organizując m.in. Zielonogórski Oddział Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego. W roku 1985, Oddział ten zorganizował Ogólnopolski Zjazd PTG, co zapoczątkowało nową falę badań w dziedzinie ochrony i rekultywacji gleb Środkowego Nadodrza i Dolnego Śląska.

Henryk Greinert, kierując się koniecznością poszerzenia wiedzy na temat rekultywacji gruntów zaburzonych i wskazania praktycznych możliwości jej wykorzystania, założył jeszcze w latach osiemdziesiątych dwa doświadczalne polowe, w celu przeanalizowania efektywności rekultywacji rolnej i leśnej terenów zdewastowanych przez przemysł wydobywczy. Ten kierunek badań był na owe czasy nowym wyzwaniem, nierozpoznanym nawet przez ośrodki naukowe zachodniej Europy. Nasza rzeczywistość polityczna była jednak w tym okresie wybitnie wrogo nastawiona do wszelkich prac stwierdzających wadliwy stan środowiska przyrodniczego i jego elementów. Miało to w przyszłości skutkować zaniedbaniami w sferze rekultywacji gleb i gruntów, o czym doskonale wiedział nasz Jubilat, publikując mimo wielu przeszkód, wyniki swoich badań.

Długo przyszło czekać naszemu Jubilatowi na uznanie działań naukowych, dydaktycznych i organizacyjnych w formie nadania tytułu naukowego profesora.

Nastąpiło to 29 lipca 1991 roku, kiedy to Prezydent RP Lech Wałęsa podpisał stosowny akt nadania tytułu.

Po uzyskaniu tytułu naukowego profesora badania Jubilata i Jego zespołu z roku na rok stawały się coraz bardziej ukierunkowane, czemu sprzyjało powołanie pod Jego kierownictwem Katedry Odnowy Środowiska. Wiele lat starań, zmagania, pracy na różnych płaszczyznach naukowych i administracyjnych uczelni, przechodzącej równolegle transformacje od Wyższej Szkoły Inżynierskiej, poprzez Politechnikę Zielonogórską, aż po Uniwersytet Zielonogórski, zaowocowało trwałym włączeniem nauk o glebie w system dydaktyczno-naukowy inżynierii środowiska i ochrony środowiska. Jest to niewątpliwy wkład Profesora Henryka Greinerta w rozwój naukowego środowiska zielonogórskiego, a poprzez wypromowanie licznej rzeszy absolwentów, w tym także prowadzonych przez Niego dyplomantów, także w wiedzę pracowników z obszarów poza naszym regionem.

Profesor Henryk Greinert jest z nami w Zielonej Górze już 25 lat. To kolejny jubileusz, każący nam pochylić się nad Jego dokonaniem. A jest ich ogromnie dużo. Poza osiągnięciami naukowymi i dydaktycznymi trzeba wspomnieć o działaniach Jubilata jako Dyrektora Instytutu Inżynierii Środowiska WSIInż., Dziekana i Prodziekana Wydziału Budownictwa i Inżynierii Sanitarnej Politechniki Zielonogórskiej, Dziekana Wydziału Inżynierii Lądowej i Środowiska Uniwersytetu Zielonogórskiego, kierownika Katedry, potem Zakładu Odnowy Środowiska.

Jest nasz Profesor również współtwórcą idei i od początku Przewodniczącym Komitetu Naukowego Międzynarodowej Konferencji Naukowej pod wspólną nazwą „Ochrona i Rekultywacja Terenów Dorzecza Odry”. W ramach trzeciej edycji tej Konferencji mamy przyjemność świętować ten podwójny, wspaniały Jubileusz Profesora.





## SŁOWO WSTĘPNE

III Międzynarodowa Konferencja Naukowa z cyklu „Ochrona i Rekultywacja Terenów Dorzecza Odry” ma podobnie jak ostatnia, która odbyła się w 2001 roku – charakter porządkujący naszą wiedzę z zakresu gospodarki przyjaznej środowisku w zlewniach. W międzyczasie ukazała się ustawa z 6 lipca 2001 roku o ustanowieniu programu wieloletniego „Program dla Odry 2006” (Dziennik Ustaw nr 98, poz. 1067), która wraz ze zmianami z 23 listopada 2002 roku wytyczyła kierunki działań na obszarach zlewni Odry. W oparciu o ten dokument opracowano plan niezbędnych inwestycji w dorzeczu Odry w celu ochrony ludności przed powodzią, program poprawy retencji wodnej, czystości wód powierzchniowych, prawidłowej zrównoważonej gospodarki w zlewni. Ten wieloletni program rządowy, kierowany przez Pełnomocnika Rządu jest jednym z priorytetowych przedsięwzięć na terenie ośmiu województw dorzecza Odry, porządkującym całokształt działań zarówno w Polsce, jak i w ramach współpracy polsko-niemieckiej i polsko-czeskiej.

W ujęciu całościowym cele Programu Odra 2006 są ogromne, a koszt wysoki. Jednak przy systematycznej pracy są one możliwe do osiągnięcia. Pierwsze kroki już zrobiono. Zmodernizowano część wałów przeciwpowodziowych. Systematycznie zwiększa się liczbę i sprawność oczyszczalni ścieków. Powstają nowe wysypiska odpadów, rozszerza się zakres ich utylizacji.

Nie wszystkie problemy dorzecza Odry da się rozwiązać bez sytuacji konfliktowych, np. zagadnienie renaturyzacji ekosystemów a rozwój żeglugi śródlądowej czy wykorzystanie energetyczne rzek. Nasza konferencja będzie okazją do dyskusji nad tymi i innymi zagadnieniami.

Opublikowane w niniejszych materiałach prace można ogólnie podzielić na trzy grupy:

1. zagadnienia ochrony powierzchni terenów zlewni przez ich biologiczną zabudowę,
2. ilościowa i jakościowa ochrony zasobów wodnych,
3. zagadnienia techniczne związane z gospodarką w zlewni.

Jesteśmy przekonani, że wymiana poglądów i doświadczeń w toku plenarnych obrad, jak i w czasie rekonesansu terenowego, przyczyni nauce i naszemu krajowi korzyści, które przełożą się na lepsze warunki życia.

Życzymy sukcesów oraz miłego pobytu na Ziemi Lubuskiej.

Za Komitet Organizacyjny

prof. dr hab. inż. Henryk Greinert





## SPIS TREŚCI

### **Antonkiewicz Jacek, Jasiewicz Czesława**

Wykorzystanie osadów ściekowych do biologicznego zagospodarowania składowiska odpadów paleniskowych. *Utilisation of sewage sludge for biological management of ash disposal site.*

17

### **Bahonko Magdalena, Palacz Robert, Rogalski Maciej**

Wpływ wypasu na zbiorowiska roślinne oraz awifaunę trwałych użytków zielonych Basenu Czarnocińskiego. *Effect of grazing on plant communities and avifauna of permanent grasslands in the Czarnocin Basin.*

27

### **Bielińska Elżbieta Jolanta**

Changes in the biochemical properties of soil in the outer dumping ground of a sulphur minefield resulting from land reclamation. *Zmiany właściwości biochemicznych gleby na zwałowisku zewnętrznym kopalni siarki w wyniku rekultywacji.*

31

### **Bobowska Anna**

Methods of strengthening flood-embankments. *Metody wzmacniania wałów przeciwpowodziowych.*

37

### **Bobowska Anna, Kołodziejczyk Urszula**

Die Modernisierung der Flussdeiche auf der lubusen Strecke der Oder. *Modernizacja wałów przeciwpowodziowych na lubuskim odcinku Odry.*

45

### **Borkowski Marek, Mrozińska Gabryela, Szutowicz Julita**

Jezioro Dąbie polem refulacyjnym? *Lake Dąbie as silt up field?*

53

### **Borkowski Marek, Mrozińska Gabryela, Szutowicz Julita**

Możliwości zagospodarowania Wyspy Grodzkiej w Szczecinie w aspekcie warunków geotechnicznych Międzyodrza. *The possibilities of Grodzka island in Szczecin land development in the aspect of interriver site geotechnical conditions.*

59

### **Chrzan Tadeusz**

Wpływ jakości zastosowanego melafiru na stan jezdni autostrady. *The influence of quality of applical melaphyre on the condition of highway surface.*

67

### **Drab Michał**

Historia eksploatacji kruszywa naturalnego złoża Dobroszów Wielki koło Nowogrodu Bobrzańskiego w województwie lubuskim. *The history of natural aggregate exploitation from mineral deposit Dobroszów Wielki near Nowogród Bobrzański.*

73



**Galka Bernard, Ochman Daniel, Jezierski Paweł**

Reżim hydrologiczny rzeki Smortawy w warunkach zmiennego piętrzenia.  
*The hydrologic regime of Smortawa river by changes of damming up.*

81

**Gawron Magdalena**

Walory przyrodniczo-krajobrazowe gminy Bolesławiec.  
*Natural and landscape values in the Bolesławiec region.*

89

**Gontaszewska Agnieszka, Kraiński Andrzej**

Impact of sewage sludge land application on groundwater's quality. *Wpływ osadów ściekowych używanych w rolnictwie na jakość wód podziemnych.*

97

**Grabowska-Olszewska Barbara**

Zachowanie się gruntów spoistych w warunkach powodzi i suszy.  
*The behavior of cohesive soils in the flood and draught condition.*

107

**Greinert Andrzej**

Liczby graniczne zanieczyszczenia gleb w polityce pro-ekologicznej państwa.  
*Soil contamination threshold values as element of the pro-ecological state politics.*

113

**Greinert Andrzej, Walczak Barbara**

Organiczne i próchniczne poziomy gleb jako surowiec w kształtowaniu terenów zieleni. *Organic and humus moulds as raw material in the development of urban green areas.*

121

**Greinert Henryk, Greinert Andrzej**

Efekt rekultywacji leśnej składowiska kory w okolicy Olbrachtowa k/Żar.  
*Effects of forest reclamation on bark dump in the vicinity of Olbrachtów near Żary city.*

127

**Gurwin Jacek, Kryza Józef, Poprawski Lech, Skowronek Artur**

Zintegrowana kampania badawcza dla określenia ekologicznego stanu zbiornika retencyjnego "Jezioro Turawskie" zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju. *The integrated research campaign for determination of ecological state of the storage reservoir „Jezioro Turawskie” in accordance to the rules of balanced development.*

133

**Haber Zbigniew**

Biotechniczna obudowa wałów przeciwpowodziowych w świetle literatury niemieckiej. *Biotechnical covering of river embankments according to some german publications.*

141

**Halicki Wojciech, Pniewska Ewelina**

Możliwość oczyszczania ścieków z ich wykorzystaniem do lokalnej retencji na przykładzie gminy Kamieniec. *Posibility of clean-up treatment of sewage with their utilization for local retention based on example of Kamieniec district*

147



<b>Jańczak Jerzy, Brodzińska Barbara, Kowalik Andrzej, Sziwa Ryszard</b> Dyrektywa UE a zrównoważona gospodarka zasobami wodnymi jezior dorzecza Odry. <i>EU Directive versus sustainable management of water resources in the lakes of Odra-river basin.</i>	153
<b>Jerzak Leszek, Radkiewicz Józef, Bocheński Marcin</b> Wieloletnia dynamika liczebności oraz sukces lęgowy bociana białego <i>ciconia ciconia</i> w kolonii we wsi Kłopot nad Odrą. <i>Long-term dynamic of white stork population and breeding success in colony in the village Kłopot near Oder, west Poland</i>	159
<b>Klatka Sławomir, Boroń Krzysztof, Lipka Krzysztof, Malec Magdalena</b> Wpływ górnictwa węgla kamiennego na zmiany treści map glebowo-rolniczych obszarów eksploatacyjnych. <i>Influence of coal mining on typological soil maps changes on exploitation areas.</i>	165
<b>Kołodziejczyk Urszula</b> Floods in the river valleys of the eastern part of Mid-European Lowland. <i>Powodzie w dolinach rzecznych wschodniej części Niżu Środkowoeuropejskiego.</i>	173
<b>Kołodziejczyk Urszula, Warcholak Piotr</b> Zbiornik Stara Woda i jego funkcja w ochronie przeciwpowodziowej miasta Lubsko. <i>The reservoir Stara Woda and his function in flood control of the Lubsko city.</i>	181
<b>Kołodziejczyk Urszula, Węclewski Sebastian</b> Wykorzystanie wód powierzchniowych do rekultywacji wyrobisk pokopalnianych na przykładzie kopalni Berzdorf. <i>The use of surface water for the remediation of mining excavations on the example of mine Berzdorf.</i>	189
<b>Kompala-Bąba Agnieszka, Bąba Wojciech, Błońska Agnieszka</b> <i>Forest communities in the "Kuźnica Warężyńska" sandpit. Zespoły leśne piaskowni „Kuźnica Warężyńska”.</i>	197
<b>Kozieja Wojciech, Gniazdowski Jarosław</b> Przestrzeganie wybranych elementów Zwyczajnej Dobrej Praktyki Rolniczej w gospodarstwach rolnych w Kotlinie Kargowskiej na przykładzie gminy Bojadła (obszar ONW) i Trzebiechów posiadających min. 2 DJP. <i>Application of chosen elements of Good Agriculture Practice in Kargowa valley exemplified by over 2 DJP farms in parishes bojadła (ONW area) an Trzebiechów.</i>	205
<b>Kryszak Anna, Budziński Mairusz, Czemko Magdalena, Cieślak Justyna</b> Zbiorowiska łąkowe jako element ochrony krajobrazu w dolinie środkowej Warty. <i>Meadow communities as elements of landscape protection in the central Warta river valley.</i>	213



**Kusza Grzegorz, Dużyński Mariusz**

Stan zachowania gatunków drzew rosnących na rekultywowanych powierzchniach wyrobisk śląskich zakładów przemysłu wapienniczego „Opolwap” S.A. *Health state tree species growing on reclaimed surfaces of the opencast working of „Opolwap” S.A. Silesian Lime Works .* 219

**Lipka Krzysztof, Bargiel Tomasz, Boroń Krzysztof, Klatka Sławomir**

Torfowiska i zasoby wodne złóż torfowych w województwie lubuskim. *Peatlands and water resources of peat deposit in the lubuskie voivodship.* 229

**Lewandowski Piotr, Szustakowski Mieczysław**

Źródła zanieczyszczeń rzeki Warty. *The pollution source of Warta river.* 235

**Malecki Adam**

Zrównoważony rozwój rolnictwa zintegrowanego. *Sustainable development of integrated agriculture.* 241

**Malecki Adam**

Prawo chroniące środowisko w obszarze rolnictwa. *Documents protecting the environment on the agriculture area.* 249

**Małek Stanisław, Gawęda Tomasz**

Charakterystyka chemiczna wód powierzchniowych zlewni Potoku Dupniańskiego oraz Olzy w Beskidzie Śląskim. *The characteristic of surface water of Potok Dupniański and Olza drainage area in Beskid Śląski.* 257

**Novik Gotfrid**

Ekotechnologia i ochrona środowiska przed zanieczyszczeniami. *Ecotechnology and pollution prevention of environment.* 265

**Owczarzak Wojciech, Mocek Andrzej**

Wpływ opadów atmosferycznych na gospodarkę wodną gleb autogenicznych przyległych do odkrywek kopalni węgla brunatnego. *Effect of atmospheric precipitation on water regime of autogenic soils adjacent to lignite opencast mines.* 276

**Ochman Daniel, Kaszubkiewicz Jarosław**

Zmiany natlenienia wód w sąsiedztwie budowli piętrzących na przykładzie rzeki Smortawy. *The change of water oxygenation state in the vicinity of dam plants on the Smortawa river example.* 287

**Orczewska Anna**

Vegetation of the proposed „Bazantka” nature reserve on Głubczyce Plateau in the light of current threats to the forested habitats. *Roślinność projektowanego rezerwatu przyrody „Bazantka” na płaskowyżu głubczyckim w świetle współczesnych zagrożeń środowisk leśnych.* 295

**Pietrzykowski Marcin, Krzaklewski Wojciech**

Akumulacja materii organicznej, węgla i azotu w procesie sukcesji inicjalnej gleby na nierekultywowanych fragmentach wyrobiska po kopalni piasku.

*The accumulation of organic matter, carbon and nitrogen during the development of initial soil on the non-recultivated parts of sand exploitation area.*

307

**Puchalski Wojciech**

Charakterystyka i zróżnicowanie funkcjonalne starorzeczy w dolinach dużych rzek nizinnych. *The characteristics and functional diversity of oxbow lakes in large lowland river floodplains.*

319

**Sierka Edyta, Chmura Damian**

Changes in mixed coniferous forest (*Quercus robur* - *Pinetum*) as a result of forest economy in the Silesian Upland. *Zmiany w borze mieszanym (Quercus robur - Pinetum) jako efekt gospodarki leśnej na Wyżynie Śląskiej.*

327

**Szerszeń Leszek, Chodak Tadeusz, Gawron Magdalena**

Niektóre właściwości chemiczne i fizyko-chemiczne osadów poflotacyjnych ze zbiornika „Konrad” nr 3 w Iwinach. *Some chemical and physic properties of the flotation sediments from the reservoir “Konrad” No. 3 in Iwiny village.*

335

**Szpakowska Marta Warcholak Piotr**

Realizacja programu rozwoju małej retencji na obszarze województwa lubuskiego. *Realization of the progress programme the small retention in the province lubuskie*

341

**Szulc Agnieszka, Bogacz Adam**

Kształtowanie się właściwości fizycznych gleb murszowych obszarów łąkowych i leśnych w różnym stopniu przesuszonych. *Evolution of physical properties of mucky peat soils in differently dried forest and meadow areas*

347

**Szymańczyk Artur**

Hydrografia rzeki Lubszy. *Hydrography of the Lubsza river.*

353

**Szymańczyk Artur**

Ochrona przed powodzią w dolinie Lubszy. *Flood control in the valley of Lubsza river.*

363

**Twarowski Ryszard, Gendolla Tomasz, Liana Ewa, Kaczmarek Stanisław, Wostek Katarzyna**

Depozycja związków kwasotwórczych z opadem atmosferycznym na tereny dorzecza środkowej Odry i ich oddziaływanie na ekosystemy leśne. *Deposition of acid precursors incoming with atmospheric precipitation on area of middle Odra river catchment and its influence on forest ecosystems.*

371

**Węclewski Sebastian**

Prognoza zmian sposobów wykorzystania osadów ściekowych w świetle Krajowego Programu Gospodarki Odpadami. *Prognosis of change in sewage sludge utilization methods accordance to KPGO (Polish Waste Management Planning)*

383

**Woźniak Gabriela, Sierka Edyta**

The importance of spontaneous succession in reclamation processes.  
*Znaczenie sukcesji spontanicznej w procesach rekultywacji.*

391

**Wróbel Irena, Wróbel Ireneusz**

Uwarunkowania lokacyjne i fizjograficzne powodzi w Nowej Soli.  
*Location and physiographic conditions of flood in Nowa Sól city*

399

**Wykaz autorów**

409

*Jacek Antonkiewicz, Czesława Jasiewicz*

Katedra Chemii Rolnej, Akademia Rolnicza w Krakowie

## WYKORZYSTANIE OSADÓW ŚCIEKOWYCH DO BIOLOGICZNEGO ZAGOSPODAROWANIA SKŁADOWISKA ODPADÓW PALENISKOWYCH

### UTILISATION OF SEWAGE SLUDGE FOR BIOLOGICAL MANAGEMENT OF ASH DISPOSAL SITE

**Słowa kluczowe:** rekultywacja, osady, popioły, rośliny.

**Streszczenie:** Badano wpływ osadów i popiołów na wielkość plonu mieszanki rekultywacyjnej i zawartość w niej metali ciężkich. Plon roślin był istotnie uzależniony od obiektu. Najwyższy plon uzyskano w obiekcie, w którym zastosowano mieszaninę osadu z popiołem w stosunku wagowym 2/3:1/3, a najniższy w obiekcie z popiołem. Zawartość metali ciężkich w roślinach była również uzależniona od obiektu i wahała się w zakresie: 0,51-1,42 mg Cr; 33,53-64,38 mg Zn; 0,82-2,48 mg Pb; 5,31-8,32 mg Cu; 0,16-0,28 mg Cd; 0,89-1,40 mg  $\text{Ni kg}^{-1}$  s.m. 0,38-1,25 mg Cr; 31,38-65,08 mg Zn; 1,03-2,55 mg Pb; 5,29-8,93 mg Cu; 0,12-0,29 mg Cd; 0,95-1,40 mg  $\text{Ni kg}^{-1}$  s.m. Pod względem zasobności w metale ciężkie uzyskana mieszanka traw spełnia wymogi stawiane paszom dobrej jakości, chociaż nie powinno się jej stosować na cele paszowe. Plon mieszanki rekultywacyjnej zaleca się stosować do celów przemysłowych lub do produkcji kompostu.

**Key words:** reclamation, sludge, ash, plant.

**Summary:** The effect of sludge and ashes on the amount of reclamation mixture yield and its concentrations of heavy metals were investigated. The plant yield was significantly dependant on fertiliser variant and the highest was obtained on the object where solely sewage sludge was applied, and the lowers was generated on the object where solely ash was used. Heavy metal contents in plants also depended on the object and ranged between: 0.51-1.42 mg Cr; 33.53-64.38 mg Zn; 0.82-2.48 mg Pb; 5.31-8.32 mg Cu; 0.16-0.28 mg Cd; 0.89-1.40 mg  $\text{Ni kg}^{-1}$  d.m. In respect of abundance in heavy metals the grass mixture may be used for fodder because it meets the requirements for good quality forage.

## WSTĘP

Składowiska odpadów paleniskowych powinny być pokrywane szatą roślinną natychmiast po ich ukształtowaniu w celu ochrony przed erozyjnym działaniem wody i



wiatru oraz dla zapewnienia estetyki krajobrazu. Roślinna zabudowa hałd odpadów paleniskowych spełnia bardzo istotną rolę w biologicznej rekultywacji terenu składowiskowego [Gilewska, 1999; Siuta, 1998]. Hałdy popiołów wymagają także zabezpieczenia przed migracją metali ciężkich do wód gruntowych, a po zakończeniu procesu rekultywacji powinny być doprowadzone do stanu produkcyjności jako grunty uprawne lub tereny przeznaczone do stanu zadrzewienia i zakrzewienia [Maciak i in., 1976, 1979]. Celem badań było poznanie wpływu osadów ściekowych i popiołów paleniskowych na plon i zawartość wybranych metali ciężkich w mieszance traw i roślin motylkowych.

## MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzone były w warunkach doświadczenia polowego zlokalizowanego na terenie Miejsko-Przemysłowej Oczyszczalni Ścieków „EMPOŚ” w Oświęcimiu. Doświadczenie polowe założono w układzie losowanych bloków. Powierzchnia poletek wynosiła 8 m<sup>2</sup>. Schemat doświadczenia obejmował 6 obiektów (każdy w czterech powtórzeniach), różniących się dawką wprowadzonych osadów ściekowych i popiołów paleniskowych: I. obiekt kontrolny (bez dodatku odpadów); II. pełna dawka osadu ściekowego; III. pełna dawka popiołu; IV. 2/3 pełnej dawki osadu + 1/3 pełnej dawki popiołu; V. 1/3 pełnej dawki osadu + 2/3 pełnej dawki popiołu; VI. 1/2 pełnej dawki osadu + 1/2 pełnej dawki popiołu (tab. 1). Doświadczenie polowe zlokalizowano na gruncie mineralnym, o składzie granulometrycznym gliny średniej. Całkowita zawartość pierwiastków w gruncie, oznaczona w wyciągu mieszaniny kwasu azotowego i chlorowodorowego (3:2) wynosiła: 19,66 mg Cr, 64 mg Zn, 14,26 mg Pb, 21,30 mg Cu, 0,55 mg Cd, 19,75 mg Ni kg<sup>-1</sup> s.m. gleby (tab. 2).

**Tab. 1. Schemat doświadczenia polowego**

Nr obiektu	Wyszczególnienie	Dawka t ha <sup>-1</sup> s.m.	
		osadu	popiołu
I	Kontrola-gleba	-	-
II	Osad	200	-
III	Popiół	-	200
IV	2/3 osadu+1/3 popiołu	150	50
V	1/3 osadu+2/3 popiołu	50	150
VI	Osad + popiół 1:1	100	100

Rośliną testową w doświadczeniu była mieszanka rekultywacyjna składająca się z traw i roślin motylkowych (tj. kostrzewy czerwonej i trzcinowej, wiechlina łąkowej, komonicy zwyczajnej i koniczyny białej). Po zbiorze rośliny wysuszono w suszarce, z wymuszonym obiegiem powietrza, w temp 70°C, a następnie określono wielkość plonu suchej masy. Próbkę testowanej mieszanki roślin poddano mineralizacji na sucho w piecu muflowym w temp. 450°C [Ostrowska i in. 1991]. Zawartość Cr, Zn, Pb, Cu, Cd, Ni oznaczono metodą ICP-AES (inductively coupled plasma – atomowa spektrofotometria emisyjna oparta na palniku indukcyjnie wzbudzonej plazmy).

## WYNIKI I DYSKUSJA

Według granicznych zawartości metali ciężkich w powierzchniowych warstwach gleb [Kabata-Pendias i in., 1995] badany grunt charakteryzował się naturalną zawartością Cd, Pb, Cu, Ni, Zn i Cr (stopień 0). Grunt, na którym założono doświadczenie odpowiadał normom stawianym pod względem zawartości metali ciężkich tj. dla Cd, Pb, Cu, Ni, Zn i Cr przy stosowaniu osadów ściekowych do rekultywacji gruntów na potrzeby rolnicze i nierolnicze [Rozporządzenie MŚ, 2002]. Osad ściekowy zastosowany w doświadczeniu charakteryzował się zróżnicowaną zawartością metali ciężkich (tab. 2) zawierał najwięcej Zn i Cu, a najmniej Cd i Ni. Zestawiając uzyskane wyniki z danymi z literatury, stwierdzono, że analizowany osad charakteryzował się niską zawartością metali ciężkich [Gambuś, 1999, Kuziemska i Kalembasa, 1997a]. Z danych zamieszczonych w tabeli 2 wynika, że osad ściekowy pod względem zawartości metali ciężkich może być stosowany w rolnictwie jako nawóz lub do zazielenienia składowanych odpadów paleniskowych [Rozporządzenie MŚ 2002]. Zawartość metali ciężkich w popiele paleniskowym użytym w doświadczeniu była stosunkowo niska i porównywalna do zawartości metali ciężkich w gruncie (tab. 2).

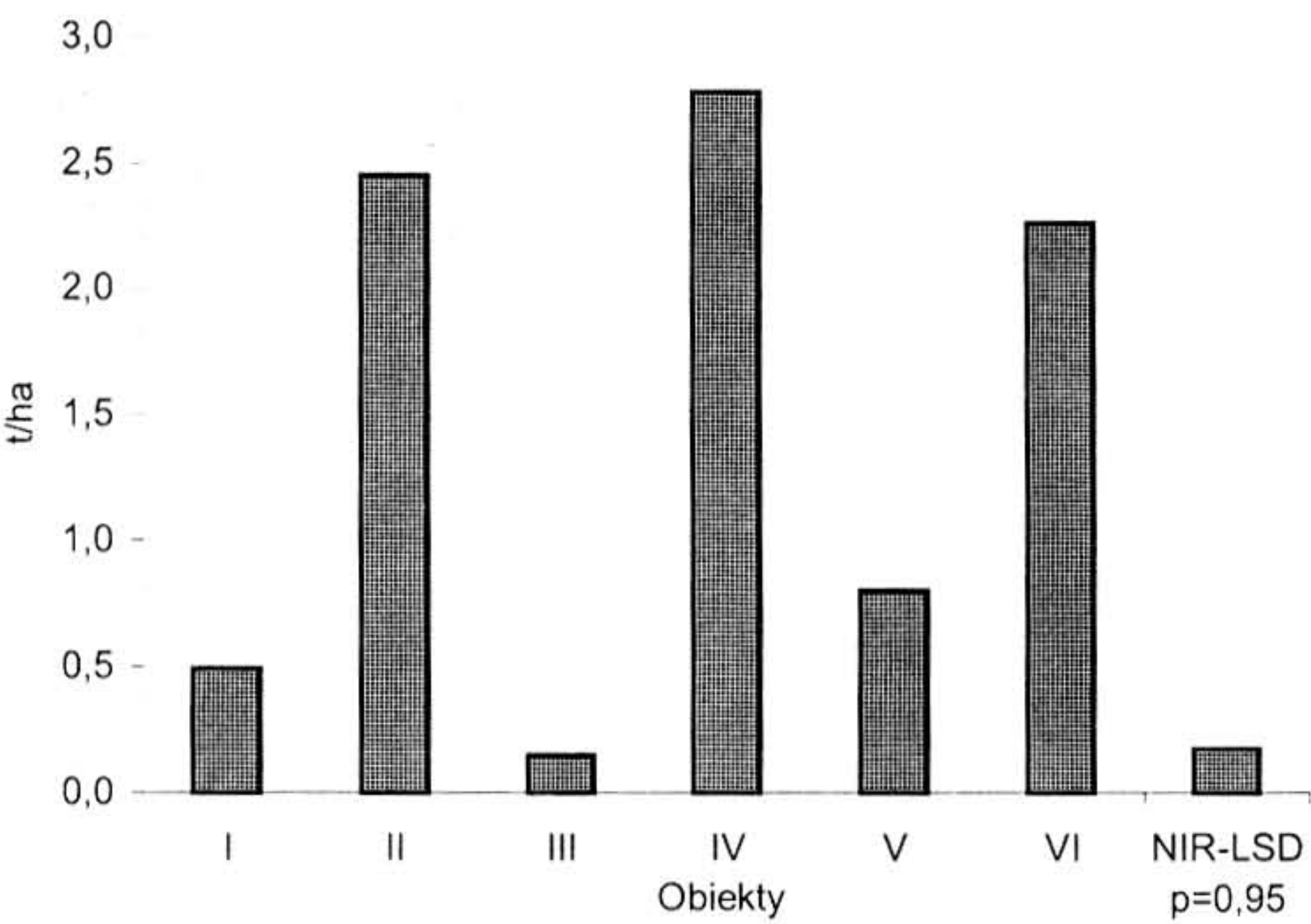
W pierwszym roku wegetacji po zastosowaniu osadów ściekowych i popiołów paleniskowych stwierdzono istotne zróżnicowanie w plonie suchej masy testowanej mieszanki rekultywacyjnej. Wielkość plonu mieszanki traw i roślin motylkowatych była bardzo zróżnicowana i zależała od dawki osadu, popiołu i ich mieszanin. Plon badanych roślin zebranych w fazie pełnej dojrzałości wahał się od 0,15 do 2,78 t ha<sup>-1</sup> (rys. 1). Najwyższy plon mieszanki rekultywacyjnej uzyskano z obiektu, w którym zastosowano osad z popiołem w stosunku wagowym 2/3:1/3. Wielkość plonu z tego obiektu była ponad 5,62 razy wyższa w porównaniu do obiektu kontrolnego. W obiekcie, w którym zastosowano wyłącznie osad ściekowy, również zarejestrowano pięciokrotny wzrost plonu w porównaniu do kontroli. W obiekcie VI, w którym wymieszano osad z popiołem w stosunku wagowym 1:1, zarejestrowano także wysoki, bo ponad czterokrotnie wyższy plon w porównaniu do obiektu kontrolnego. Zastosowanie wyłącznie popiołu (obiekt III) w sposób istotny obniżyło wielkość plonu w tym obiekcie w porównaniu do kontroli. W badanym obiekcie uzyskano najniższy plon mieszanki rekultywacyjnej, stanowił on 31% plonu obiektu kontrolnego. Wysoka wartość nawozowa osadu ściekowego uległa znacznemu obniżeniu w wyniku znacznego dodatku popiołu (obiekt V).

Plon uzyskany w tym obiekcie wynosił 0,8 t ha<sup>-1</sup>, i był ponad 1,6 krotnie wyższy w porównaniu do kontroli. Z przeprowadzonych badań wynika, że wartość nawozowa mieszanin osadu ściekowego i popiołu wyrażona plonem suchej masy mieszanki rekultywacyjnej, była wyższa w porównaniu do kontroli i obiektu, w którym zastosowano wyłącznie popiół. Niniejsze badania potwierdziły dotychczasowe wyniki wskazujące na wysoką wartość nawozową osadów ściekowych [Kalembasa i Wysokiński, 2002a; Mazur, 2000].

Tab. 2. Charakterystyka materiałów zastosowanych w doświadczeniu polowym

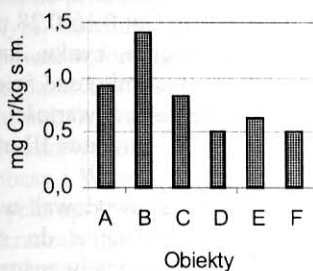
Parametr		Jednostki	Nazwa metody	Osad	Grunt	Popiół
		zawartość				
Odczyn	(H <sub>2</sub> O)	pH	Elektrometryczna	6,32	7,20	8,72
	(KCl)	pH	Elektrometryczna	5,88	6,81	8,46
	(CaCl <sub>2</sub> )	pH	Elektrometryczna	6,22	6,91	8,47
Sucha masa		%	Suszarkowa	19,63	-	76,12
Substancja organiczna		% s.m.	Tiurina	37,42	1,42	4,50
Węgiel organiczny		% s.m.	Tiurina	21,70	0,82	2,61
Skład granulometryczny		-	Sedymentacyjna	pgl <sup>*</sup>	gs <sup>**</sup>	pgmp <sup>***</sup>
Chrom		mg kg <sup>-1</sup> s.m.	ICP-AES	48,20	19,66	20,33
Cynk		mg kg <sup>-1</sup> s.m.	ICP-AES	805,00	64,70	33,10
Ołów		mg kg <sup>-1</sup> s.m.	ICP-AES	64,60	14,26	10,36
Miedź		mg kg <sup>-1</sup> s.m.	ICP-AES	236,00	21,30	35,60
Kadm		mg kg <sup>-1</sup> s.m.	ICP-AES	2,04	0,55	0,06
Nikiel		mg kg <sup>-1</sup> s.m.	ICP-AES	14,35	19,75	22,20

<sup>\*</sup>pgl – piasek gliniasty lekki, <sup>\*\*</sup>gs – glina średnia, <sup>\*\*\*</sup>pgmp – piasek gliniasty mocny pylasty

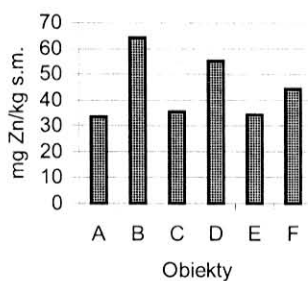


Rys. 1. Plon suchej masy roślin; objaśnienia: I – grunt; II – osad; III – popiół; IV – osad:popiół 2:1; V – osad:popiół 1:2; V – osad:popiół 1:1

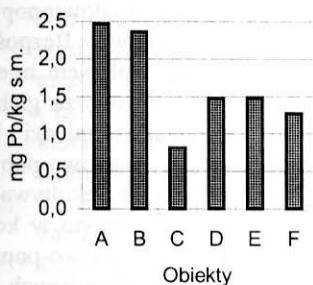
Norma - 20 mg Cr/kg s.m.



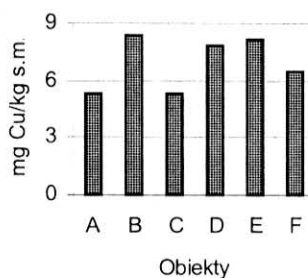
Norma - 100 mg Zn/kg s.m.



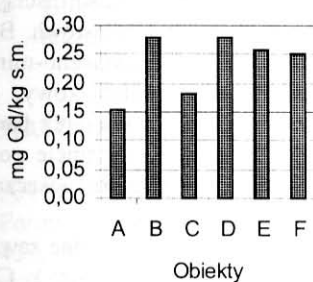
Norma - 10 mg Pb/kg s.m.



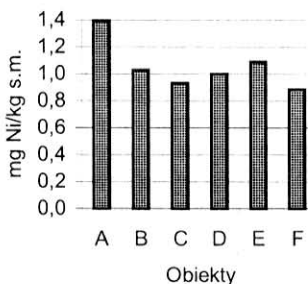
Norma - 30 mg Cu/kg s.m.



Norma - 0,5 mg Cd/kg s.m.



Norma - 50 mg Ni/kg s.m.



**Rys. 2. Zawartość metali ciężkich w roślinach; objaśnienia: A – grunt; B – osad; C – popiół; D – osad:popiół 2:1; E – osad:popiół 1:2; F – osad:popiół 1:1**



Przeprowadzona analiza materiału roślinnego wykazała, że zawartość metali ciężkich uzależniona była od dawki osadu, popiołu i ich mieszanin. Zawartość metali ciężkich w materiale roślinnym, w zależności od obiektu, wahała się w zakresie: 0,51-1,42 mg Cr; 33,53-64,38 mg Zn; 0,82-2,48 mg Pb; 5,31-8,32 mg Cu; 0,16-0,28 mg Cd; 0,89-1,40 mg Ni  $\text{kg}^{-1}$  s.m. (ryc. 2). Najwyższą zawartość chromu, cynku, kadmu i miedzi zarejestrowano w II obiekcie, w którym zastosowano wyłącznie osad ściekowy, natomiast ołowiu i niklu w obiekcie kontrolnym. Natomiast najniższe zawartości cynku, miedzi i kadmu odnotowano w kontroli, a chromu w obiekcie IV, ołowiu w III, niklu w VI.

Zastosowany osad ściekowy, w dawce 200 t  $\text{ha}^{-1}$  s.m., spowodował wyraźny wzrost zawartości chromu, cynku, kadmu i miedzi w porównaniu do obiektu kontrolnego (rys. 2). Natomiast mieszaniny osadowo-popiołowe wpłynęły znacząco na obniżenie zawartości chromu i ołowiu w mieszance rekultywacyjnej. W przypadku cynku stwierdzono, że zastosowane popioły paleniskowe również nie stanowią źródła tego metalu dla roślin, ponieważ zawartość cynku w roślinach uprawianych w obiekcie kontrolnym była zbliżona do zawartości w roślinach uzyskanych z obiektu, w którym zastosowano wyłącznie popiół. Stosunkowo wysoka zawartość cynku w roślinach uprawianych w obiektach, w których zastosowano mieszaniny osadowo-popiołowe świadczy, że źródłem tego pierwiastka może być osad ściekowy. Bezpośrednią przyczyną obniżenia bioprzyswajalności tych pierwiastków, pod wpływem mieszanin osadowo-popiołowych, może być ich słaba rozpuszczalność w roztworze glebowym [Kabata-Pendias i in., 1987]. Nieco inaczej przedstawiała się zawartość miedzi i kadmu w roślinach. Zastosowane w różnych proporcjach mieszaniny osadowo-popiołowe spowodowały wyraźny wzrost zawartości tych metali w mieszance rekultywacyjnej. Najwyższą zawartość niklu w mieszance rekultywacyjnej zarejestrowano w kontroli, natomiast zastosowany wyłącznie osad ściekowy i mieszaniny osadowo-popiołowe spowodowały wyraźne obniżenie zawartości tego metalu. Spośród badanych metali ciężkich w roślinach największym zróżnicowaniem, zależnie od obiektu nawozowego, charakteryzował się chrom ( $V=43,09\%$ ), a najmniejszym nikiel ( $V=17,20\%$ ). W badaniach Kalemby i Wysokińskiego [2002b] stwierdzono, że rośliny uprawiane na mieszaninach osadowo-popiołowych charakteryzowały się wysoką zawartością metali ciężkich, znacznie wyższą od zawartości uzyskanych w badaniach własnych. Badania Curyły i Jasiewicz [1998] wykazały, że zastosowane nawożenie organiczno-mineralne w postaci rekultera zawierającego w swoim składzie popiół paleniskowy, obniża pobieranie metali przez rośliny. Można sądzić, że ograniczenie pobierania badanych pierwiastków było efektem zmniejszenia przyswajalności metali w gruncie po przez związanie tych pierwiastków przez materię organiczną oraz obniżenia rozpuszczalności w wyniku odkwaszającego działania mieszanin osadowo-popiołowych.

Kabata-Pendias et al [1993] podają następujące krytyczne dopuszczalne zawartości metali śladowych w roślinach przeznaczonych na paszę (w  $\text{mg kg}^{-1}$  s.m.):  $\text{Cd} \leq 0,5$ ;  $\text{Zn} \leq 100,0$ ;  $\text{Pb} \leq 10$ ;  $\text{Cu} \leq 30$ ;  $\text{N} \leq 50$ . Wyceniając testowane rośliny według tego kryterium, pomimo że mieszanek rekultywacyjną nie powinno się przeznaczać na cele paszowe, to należy stwierdzić, że spełniała ona wymogi stawiane paszom dobrej jakości. Dopuszczalna zawartość chromu w materiale roślinnym przeznaczonym na pasze wynosi 20  $\text{mg kg}^{-1}$  s.m. [Preś i Kinal, 1996]. Według tego kryterium również nie

stwierdzono w analizowanym materiale roślinnym przekroczenia dopuszczalnej zawartości tego metalu. Zbiór ten zaleca się przeznaczać na cele przemysłowe, na przykład do produkcji kompostu. Niska zawartość metali ciężkich w badanym materiale roślinnym dowodzi, że znajdujące się w osadzie ściekowym pierwiastki mogą występować w formach mało dostępnych dla roślin [Baran i in., 1996, 2002; Kuziemska i Kalembasa, 1997b]. W doświadczeniu odnotowano wyraźny wpływ dodatku osadu, popiołu oraz ich mieszanin na ilość metali ciężkich w roślinach, ale nie wpłynęło to na jakość paszową roślin. Uzyskane wyniki badań nie znajdują potwierdzenia w badaniach Kalembasy i Wysokińskiego [2002], w których zawartości metali ciężkich w roślinach testowych, uprawianych na mieszaninach osadowo-popiołowych były znacznie wyższe i przekraczały normy stawiane paszom dobrej jakości. Badania Maciaka i in. [1976] potwierdzają uzyskane wyniki własne, w których stwierdzono stosunkowo niskie zawartości metali ciężkich w roślinach rekultywacyjnych.

## WNIOSKI

1. Stwierdzono duże zróżnicowanie w zakresie plonowania mieszanki rekultywacyjnej zależnie od dawki osadu i popiołu paleniskowego. Plon mieszanki rekultywacyjnej wahał się w zależności od obiektu od 0,15 do 2,78 t ha<sup>-1</sup>. Najwyższy plon mieszanki rekultywacyjnej uzyskano z obiektu, w którym zastosowano osad z popiołem w stosunku wagowym 2/3:1/3, a najniższy plon uzyskano z obiektu gdzie zastosowano wyłącznie popiół.
2. Zarejestrowano duże zróżnicowanie zawartości badanych pierwiastków w zależności od obiektu doświadczenia. Najwyższe zawartości Cr, Zn, Cd i Cu odnotowano w obiektach nawożonych wyłącznie osadem ściekowym, natomiast Pb i Ni w kontroli.
3. Wycena mieszanki wg liczb granicznych IUNG pod względem zawartości Cd, Pb, Ni, Cu i Zn wskazuje, że rośliny uprawiane, niezależnie od obiektu, spełniały wymagania jakościowe stawianym paszom dobrej jakości.
4. Biorąc pod uwagę zawartość Cr w badanych roślinach nie stwierdzono przekroczenia dopuszczalnej zawartości tego składnika.

## LITERATURA

- BARAN S., TURSKI R., FLIS-BUJAK M., KWIECIEŃ J., PIETRASIK W., 1996: Formy miedzi w glebie lekkiej użyźnionej osadem ściekowym. Zesz. Probl. PNR., 437, 79-88.
- BARAN S., WÓJCIKOWSKA-KAPUSTA A., ŻUKOWSKA G., 2002: Pobieranie miedzi przez różne gatunki roślin uprawnych z gleby lekkiej użyźnionej osadem ściekowym. Zesz. Probl. PNR, 484, 37-44.
- GAMBUŚ F. 1999: Skład chemiczny i wartość nawozowa osadów ściekowych z wybranych oczyszczalni regionu krakowskiego. Mat. III Konf. Nauk.-Techn. nt.



- "Przyrodnicze użytkowanie osadów ściekowych". Świnoujście, 9-11. 06. 1999, 67-77.
- GILEWSKA M., 1999: Utilization of sewage sludge in the reclamation of post mining soil and ash disposal sites. *Rocz. AR Pozn. CCCX, Melior. Inż. Środ.* 20, II, 273-281.
- KABATA-PENDIAS A., PIOTROWSKA M., WIĄCEK K., 1987: Wpływ popiołów z węgla kamiennego na gleby i rośliny. *Arch. Ochr. Środ.* 1-2, 97-104.
- KABATA-PENDIAS A., MOTOWICKA-TERELAK T., PIOTROWSKA M., TERELAK H., WITEK T., 1993: Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb i roślin metalami ciężkimi i siarką. *Ramowe wytyczne dla rolnictwa*. Puławy, P. (53), IUNG, ss 20.
- KABATA-PENDIAS A., PIOTROWSKA M., MOTOWICKA-TERELAK T., MALISZEWSKA-KORDYBACH T., FILIPIAK K., KRAKOWIAK A., PIETRUCH CZ., 1995: Podstawy oceny chemicznego zanieczyszczenia gleb – metale ciężkie, siarka i WWA. Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska. Bibliot. Monit. Środ., Warszawa, ss. 41.
- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H., 1999: Biogeochemia pierwiastków śladowych. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, ss. 398.
- KALEMBASA S., WYSOKIŃSKI A., 2002a: Wpływ nawożenia mieszaniną osadów ściekowych z popiołem węgla brunatnego lub z CaO na plon i skład chemiczny roślin. Cz. I. Plon roślin. *Zesz. Probl. PNR*, 482, 251-256.
- KALEMBASA S., WYSOKIŃSKI A., 2002b: Wpływ nawożenia mieszaniną osadów ściekowych z popiołem węgla brunatnego lub z CaO na plon i skład chemiczny roślin. Cz. III. Zawartość wybranych mikroskładników. *Zesz. Probl. PNR*, 482, 263-268.
- KOTER M., NOWAK G., CZAPLA J., 1984: Wpływ popiołów z węgla kamiennego na fizykochemiczne właściwości gleby. *Roczn. Glebozn.* 35, 1, 97-106.
- KUZIEMSKA B., KALEMBASA ST., 1997a: Wpływ wapnowania, dawki i rodzaju osadów ściekowych oraz nawożenia NPK na plon, skład chemiczny roślin i gleby. Cz. I. Plon roślin. *Arch. Ochr. Środ.* 23, 1-2, 97-108.
- KUZIEMSKA B., KALEMBASA ST., 1997b: Wpływ wapnowania, dawki i rodzaju osadów ściekowych oraz nawożenia NPK na plon, skład chemiczny roślin i gleby. Cz. III. Zawartość wybranych metali ciężkich w materiale roślinnym. *Arch. Ochr. Środ.* 23, 1-2, 127-138.
- MACIAK F., LIWSKI S., PROŃCZUK J., 1976: Rekultywacja rolnicza składowisk odpadów paleniskowych (popiołów) z węgla brunatnego i kamiennego. Cz. I. Wzrost roślinności na składowiskach popiołu w zależności od zabiegów agrotechnicznych i nawożenia. *Roczn. Glebozn.* 27, 4, 149-169.
- MACIAK F., LIWSKI S., JEŻEWSKI Z., 1979: Rekultywacja hałdy popiołu z węgla brunatnego elektrowni Konin przez zadrzewienie i zakrzewienie. *Roczn. Glebozn.* 30, 3, 179-198.
- MAZUR T., 2000: Rolnicza utylizacja stałych odpadów organicznych. *Zesz. Probl. PNR*. 472, 507-516.

- OSTROWSKA A., GAWLIŃSKI S., SZCZUBIAŁKA Z., 1991: Methods of analysis and assessment of soil and plant properties. A Catalogue. Wyd. IOŚ, Warszawa, ss.334.
- PREŠ J., KINAL St., 1996: Aktualne spojrzenie na sprawę zaopatrzenia zwierząt w mikroelementy. Zesz. Probl., PNR, 434, 1043-1061.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 sierpnia 2002 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych. DzU RP, Nr 134, Poz. 1140.
- SIUTA J., 1998: Rekultywacja gruntów. Poradnik. Wyd. IOŚ, Warszawa 1998, ss. 204.





**Magdalena Bahonko, Robert Palacz, Maciej Rogalski**

Katedra Ekologii, Uniwersytet Szczeciński

## WPŁYW WYPASU NA ZBIOROWISKA ROŚLINNE ORAZ AWIFAUNĘ TRWAŁYCH UŻYTKÓW ZIELONYCH BASENU CZARNOCIŃSKIEGO

### EFFECT OF GRAZING ON PLANT COMMUNITIES AND AVIFAUNA OF PERMANENT GRASSLANDS IN THE CZARNOCIN BASIN

**Słowa kluczowe:** awifauna, bioróżnorodność, ochrona przyrody, wypas zwierząt, zbiorowiska łąkowe.

**Streszczenie:** W pracy przedstawiono aktualny stan łąk Basenu Czarnocińskiego nad Zalewem Szczecińskim. Te trwałe użytki zielone, w chwili obecnej zaniedbane, zdominowane są przez zbiorowiska szuwarowe z *Glyceria maxima* (Hartman) Holmb, oraz turzycowiska z *Carex gracilis* (Curt.), *C. riparia* (Curtis) i *C. acutiformis* (Ehrh.), a więc posiadają niską wartość przyrodniczą i gospodarczą. Na terenach tych w ostatnim okresie zaczęto wprowadzać ekstensywne formy użytkowania rolniczego, przede wszystkim wypas koników polskich oraz bydła ras mięsnych. Ten rodzaj gospodarowania winien poprawić bioróżnorodność florystyczną łąk oraz stworzyć korzystniejsze warunki dla bytowania awifauny.

**Key words:** avifauna, biodiversity, natural preservation, animals grazing, meadow communities.

**Summary:** The paper present current state of meadows of Czarnocin Basin over Szczecin Lagoon. At this time described permanent grasslands are predominated by plant communities with *Glyceria maxima*, *Carex gracilis*, *C. riparia* and *C. acutiformis*, with low natural and economical value. In this area extensive forms of grassland utilization were introduced. First of all, the pasturing of polish horses and beef cattle. This kind of management improve floristic biodiversity of meadows and makes advantageous conditions to living avifauna.

## WSTĘP

Trwałe użytki zielone stanowią znaczny udział terenów wokół Zalewu Szczecińskiego. W przeszłości większość z nich była wykorzystywana rolniczo, głównie w formie łąk kośnych oraz pastwisk.

Zaniechanie użytkowania spowodowało degradację tych, wysoko produkcyjnych w przeszłości łąk i pastwisk. Obecnie czyni się próby poprawy ich wartości przyrodniczej i rolniczej, wprowadzając ekstensywne formy wypasu zwierząt. Celem takiego



użytkowania jest przywrócenie bioróżnorodności florystycznej oraz ochrona awifauny delty Odry i poszukiwanie najefektywniejszych sposobów zrównoważonych i proekologicznych systemów łąkarskiego gospodarowania na tych terenach.

Wiodącą rolę w tych działaniach odgrywa Europejska Unia Ochrony Wybrzeża (EUOW-Polska), organizacja zarządzająca 1000 ha łąk położonych wokół Zalewu Szczecińskiego.

## MATERIAŁ I METODY

W latach 2002-2003 prowadzono badania geobotaniczne oraz obserwacje awifauny na powierzchni 500 ha łąk Basenu Czarnocińskiego. Tereny te stanowiły w przeszłości własność Kombinatu Łąkarskiego w Goleniowie. Te intensywnie użytkowane, wielokośne łąki od początku lat 90-tych ulegały degradacji w wyniku zaprzestania konserwacji urządzeń wodnomelioracyjnych oraz zaniechania użytkowania łąkowego. Nastąpiła sukcesja zbiorowisk szuwarowych i turzycowisk, a więc o mniejszej różnorodności florystycznej. Spowodowało to także inne niekorzystne zmiany przyrodnicze, między innymi w postaci ubożenia awifauny. Rozpoczęta w ostatnich dwóch latach aktywna ochrona tych obszarów łąkowych polega przede wszystkim na wprowadzaniu całorocznego wypasu wybranych gatunków i ras zwierząt gospodarskich, przede wszystkim koników polskich, których stado liczy aktualnie 18 osobników, bydła mięsnego rasy Limousine – 51 osobników oraz sprowadzonego w styczniu 2004 roku bydła rasy Scottish Highlander w liczbie 12 zwierząt.

W celu określenia efektów przyrodniczych, wynikających z aktywnych form ochrony opisywanych trwałych użytków zielonych, konieczne było określenie ich aktualnej wartości przyrodniczej i gospodarczej. Dlatego też przeprowadzono badania florystyczne, wykorzystując do tego celu metodę szacunkową [Mannetje, 2001]. Na tej podstawie wyróżniono zasadnicze rodzaje aktualnie występujących zbiorowisk łąkowych. Określono stopień ich zróżnicowania florystycznego, wyliczając współczynniki bioróżnorodności Shannona-Wienera [Krebs, 1997] oraz dokonano oceny ich wartości łąkarskiej, stosując liczby wartości paszowej [Filipek, 1983].

Na tych obszarach łąkowych prowadzony jest także monitoring awifauny, przede wszystkim w okresach lęgowych [Kaliśńska i wsp., 2002].

Prezentowane w niniejszej pracy wyniki mają charakter badań wstępnych, informujących o aktualnym stanie przyrodniczym monitoringowanych łąk. Będą one stanowiły materiał porównawczy do danych uzyskiwanych w procesie aktywnych form ochrony tych użytków zielonych z wykorzystaniem pasących się zwierząt.

## WYNIKI

Dominujące zbiorowiska badanego obszaru to przede wszystkim szuwar mannowy oraz turzycowiska (tab. 1). W zależności od gatunku dominującego liczba roślin naczyniowych w poszczególnych zbiorowiskach wahała się od 18 w zespole manny mielec do 41 na powierzchniach zdominowanych przez turzycę zaostrzoną.



Najwyższą różnorodnością florystyczną charakteryzowały się łąki, na których dominowała turzyca błotna, natomiast najmniejszą szuwar z manną mielec. Wyliczona na podstawie liczby wartości pokarmowej przydatność łąkarska ocenianych zbiorowisk roślinnych, pozwala zaklasyfikować je do słabych. Dotyczy to zwłaszcza powierzchni opanowanych przez turzycę.

**Tab. 1. Bioróżnorodność florystyczna dominujących zbiorowisk łąkowych Basenu Czarnocińskiego**

Zbiorowisko dominujące	Liczba gatunków	Liczba wartości pastwnej LWP	Wskaźnik różnorodności $H'$ (Shannon, Wiener)
Manna mielec <b>Glyceria maxima</b> (Hartman) Holmb.	18	4,47	0,473
Turzyca zastrzona <b>Carex gracilis</b> (Curt.)	41	3,34	0,6128
Turzyca brzegowa <b>Carex riparia</b> (Curtis)	27	3,78	0,784
Turzyca błotna <b>Carex acutiformis</b> (Ehrh.)	31	4,40	1,228

Badany teren odgrywa istotne znaczenie dla awifauny zwłaszcza dla gatunków wymagających terenów otwartych, częściowo podtapianych i zalewanych, oraz ekstensywnie wykorzystywanych łąk i pastwisk o mozaikowym układzie. Na terenie tym zaobserwowano ponad 170 gniazdujących i wyprowadzających lęgi gatunków ptaków, ponad 60 migrujących, w tym cztery zagrożone w skali globalnej (derkacz, bielik, żuraw i wodniczka) i aż 65 zagrożonych w skali Europy. Niektórych przedstawicieli awifauny przedstawiono w tabeli 2.

Planowana aktywna ochrona łąk Basenu Czarnocińskiego, wprowadzenie ekstensywnych form gospodarki łąkowo-pastwiskowej a więc okresowe przykaszanie runi, wypas bydła i koni połączone z poprawą gospodarki wodnej, winny zapobiec niekontrolowanej sukcesji zbiorowisk roślinnych i równocześnie sprzyjać ochronie awifauny. Efekty tych działań widoczne będą jednak dopiero po dłuższym okresie czasu.



Tab.2. Ważniejsze gatunki ptaków występujące w rejonie Basenu Czarnocińskiego

Gatunek	Występowanie		Stopień zagrożenia w Polsce w Europie	
	B	nB		
Ohar Tadorna tadorna (L.)	+	+	PRB LC	S
Świstun Anas penelope (L.)	-	+	PRB CR	S
Hełmiatka Netta rufina (Pall.)	-	+	PRB LC	D
Kulik wielki Numenius arquata (L.)	+	-	PRB VU	D
Szlachar Mergus serrator (L.)	-	+	PRB EN	S
Wąsatka Panurus biarmicus (L.)	+	-	PRB LC	S(P)

Objaśnienia: B - w sezonie lęgowym (in breeding season); nB - poza sezonem lęgowym (in non breeding season); PRB - Czerwona Lista zwierząt Ginących i Zagrożonych w Polsce (species listed in „Polish Red Book. Vertebrate” [Głowaciński, 2001]; CR - krytycznie zagrożone (critically endangered); EN- zagrożone (endangered); LC - najmniejszej troski (least concern); VU - narażone (vulnerable); S - bezpieczne (secure); (P) - aktualnie zagrożone (provisional threat status); D - zamierające (declining).

## LITERATURA

- FILIPEK J., 1983: Sposoby i metody jakościowej oceny runi. [W:] Łąkarstwo i gospodarka łąkowa. Praca zbiorowa pod red. M. Falkowskiego, PWRiL Warszawa.
- KALISIŃSKA E., KALISIŃSKI M., POPIELA A., 2002: Nature vision of the Bielawki and Rów Peninsula (Szczecin Lagoon) – avifauna and vascular plants flora on salt meadows and the problems of their protection. Schriftenreihe der Fachhochschule Neubrandenburg. Band 18, 144-151.
- KREBS CH.J., 1997: Ekologia. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- MANNETJE L., 2001: Methods for estimating botanical composition, species diversity and dry matter yields. Grassland Science in Europe, Vol. 6, 311-319.



**Elżbieta Jolanta Bielińska**

Instytut Gleboznawstwa i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego, Akademia Rolnicza w Lublinie

## **CHANGES IN THE BIOCHEMICAL PROPERTIES OF SOIL IN THE OUTER DUMPING GROUND OF A SULPHUR MINEFIELD RESULTING FROM LAND RECLAMATION**

## **ZMIANY WŁAŚCIWOŚCI BIOCHEMICZNYCH GLEBY NA ZWAŁOWISKU ZEWNĘTRZNYM KOPALNI SIARKI W WYNIKU REKULTYWACJI**

**Key words:** sulphur mine, anthropogenic soil, land reclamation, enzymatic activity.

**Summary:** The present work summarises the results of many years' work (1988-2001) on the enzymatic activity of the anthropogenic soil originating from sandy formations on the outer dumping ground of a sulphur mine covered by forest in Piaseczno at Tarnobrzeg (50° 35' N; 21° 47' E). The significant and favourable changes of the biochemical and chemical soil properties observed over several years pointed to the stability of the silvo-ecosystem studied and achieved as a result of the land reclamation process. After more than 30 years of land reclamation, the enzymatic activity of this anthropogenic soil was at the sandy soil level in the natural forest ecosystems. This proves that the soil formed achieved the status of 'dynamic biological balance' and the soil formation process was complete. In the practical sense, this soil had properties which allowed the normal growth and development of a forest plantation with the application of the technologies of forest production in general use.

**Słowa kluczowe:** gleba leśna, antropogeniczne zakwaszenie, aktywność enzymatyczna.

**Streszczenie:** W niniejszej pracy prezentujemy wyniki wieloletnich (1988-2001) badań aktywności enzymatycznej gleby wytworzonej z utworów piaszczystych na zalesionym zwałowisku zewnętrznym kopalni siarki w Piasecznie koło Tarnobrzega (50° 35' N; 21° 47' E). Obserwowane na przestrzeni kilkunastu lat istotne i korzystne zmiany właściwości biochemicznych i chemicznych gleby wskazują na stabilność badanego silwoekosystemu, uzyskiwaną w procesie rekultywacji. Po ponad 30 latach rekultywacji aktywność enzymatyczna gleby antropogenicznej kształtowała się na poziomie aktywności enzymatycznej gleb piaszczystych w naturalnych ekosystemach leśnych. Świadczy to o tym, że wytworzona gleba uzyskała stan dynamicznej równowagi biologicznej, a proces glebotwórczy został zakończony. W znaczeniu praktycznym jest to gleba charakteryzująca się takimi właściwościami, które przy technologiach

powszechnie stosowanych w produkcji leśnej umożliwiły nasadzeniom leśnym prawidłowy wzrost i rozwój.

## INTRODUCTION

One of the methods of decreasing the burden of dumping grounds on the natural environment is their forestation. The biochemical processes related mainly to the micro-organisms and enzymes released by them not only influence soil fertility in the ecosystems but also decide the functioning of each biocenosis. The object of the present research was the analysis of the changes in the enzymatic activity of the soil originating from sandy formations on the outer dumping ground of a sulphur mine covered with forest in order to evaluate the degree of progress in the soil formation process. Enzymes take part in the soil metabolism catalysing processes that are decisive for the course of the soil formation process. Enzymatic tests allow the synthetic evolution indices of technogenic soils to be obtained [Kiss et al., 1993].

### Materials and methods

The present studies were located in an area of an outer dumping ground of a sulphur mine covered with forest in Piaseczno at Tarnobrzeg (50° 35' N; 21° 47' E). The dumping ground was formed in the period 1959-1965 from sand and clay. The overlay was located above a deposit of sulphur-bearing deposits from which the dumping ground was formed from the materials of the old Miocene sea. Due to the geological structure of the sulphur deposit overlay, Tertiary and Quaternary sandy formations with the following granulometric composition are predominant on the outer dumping ground: >1 mm – 2.3-5.9%; 1-0.1 mm – 78-96%; 0.1-0.02 mm – 2-7%; 0.02-0.002 mm – 1-6%; <0.002 mm – 1-9%. Trees were introduced in the period 1968-1969 after technical land reclamation treatment had been carried out. The land reclamation included some of the top part (about 3 ha) and part of the slope (about 4 ha) with the north exposition. In the composition of the forestation, several bush and tree species were mixed. In 1966, before land reclamation, the humus content in the dumping material ranged from 0.03 to 1.68%. Nitrogen was also found amounting to 0.003 to 0.086%. The mean sulphur content in the sandy material was 0.01%, and the reaction was at a level representing neutral soil. In 1978, the sandy formations were characterised by a grey layer - about 5 cm thick - with a humus content of 3%. The pH reaction of the soil cover reforested decreased slightly.

Three objects on the top-table were selected for the studies on the enzymatic activity of the anthropogenic soil originating from sandy formation, i.e.: 1 – in the Red Oak community (*Quercus rubra* L.) and the small-leaved Linden community (*Tilia cordata* Mill.); 2 – in the Red Oak monoculture (*Quercus rubra* L.); 3 – in the Scots Pine monoculture (*Pinus sylvestris* L.); and the fourth object on the slope, i.e.: 4 – in the False Acacia monoculture (*Robinia pseudacacia* L.).

Soil samples for enzymatic studies were collected from the mineral soil layer, from three depths viz: 0-5, 5-10 i 10-20 cm, in the second decade of May 1988 and 2001. The following parameters were determined in the soil samples collected: dehydrogenases activity [Thalmann, 1968], phosphatases activity [Tabatabai, Bremner, 1969], urease



activity [Zantua, Bremner, 1975] and proteases activity [Ladd, Butler, 1972]. Additionally, the following chemical soil properties were also determined: reaction – pH in 1 mol dcm<sup>-3</sup> KCl (pH<sub>KCl</sub>) [ISO 10390], total organic carbon (TOC) (ISO 14235), total nitrogen (TN) (ISO 13878) and total sulphur (TS) (ISO 15178).

## RESULTS

In 2001, the content of TOC and TN in the soil layers analysed in all study objects was about 2-times higher, and the ratio of C:N was lower than in 1988 (tab. 1). TOC and TN accumulation in the soil was clearly differentiated in relation to the species composition of the tree communities. The content of the above components up as far as the table of the Scots Pine monoculture and in the soil of the slope in the monoculture of the False Acacia was several times lower compared to the content of the same components in the top of the soil table in the tree communities of the Red Oak and the small-leaved Linden. The lowest content of TOC and TN was found in the soil of the Scots Pine monoculture. The content of TOC and TN in the soil layers analysed decreased with depth.

In 2001, as compared to 1988, soil pH decreased from 0.2 to 0.8 pH units in 1 mol dcm<sup>-3</sup> KCl (tab. 1).

**Tab. 1. Chemical properties of soil**

Site <sup>#</sup>	Layer (cm)	pH (in 1 mol dcm <sup>-3</sup> KCl)		TOC (%)		TN total (%)		C:N		TS (mg kg <sup>-1</sup> )	
		1988	2001	1988	2001	1988	2001	1988	2001	1988	2001
1	0-5	6.9	6.7	0.95	2.05	0.08	0.18	11.9	11.3	14.0	13.2
	5-10	7.0	6.6	0.79	1.74	0.07	0.16	11.3	10.8	14.1	13.3
	10-20	7.0	6.6	0.36	0.95	0.03	0.08	12.0	11.8	14.4	13.3
2	0-5	6.8	6.4	0.62	1.70	0.05	0.14	12.4	12.1	12.8	12.7
	5-10	6.2	6.0	0.48	1.16	0.04	0.10	12.0	11.6	13.0	12.8
	10-20	6.0	5.7	0.24	0.45	0.02	0.04	12.0	11.2	13.3	12.9
3	0-5	5.2	4.4	0.22	0.54	0.02	0.05	11.0	10.8	11.7	11.5
	5-10	5.1	4.3	0.12	0.23	0.01	0.02	12.0	11.5	11.8	11.6
	10-20	4.6	4.2	0.10	0.18	0.01	0.02	10.0	9.0	11.8	11.7
4	0-5	5.3	4.6	0.48	0.86	0.04	0.08	12.0	10.7	12.0	11.8
	5-10	5.2	4.5	0.36	0.73	0.03	0.07	12.0	10.4	12.1	11.9
	10-20	4.9	4.4	0.25	0.47	0.02	0.05	12.5	9.4	12.1	12.0

<sup>#</sup>1 – top, Red Oak (*Quercus rubra* L.) and Small-leaved Linden (*Tilia cordata* Mill.)

2 – top, monoculture Red Oak (*Quercus rubra* L.)

3 – top, monoculture Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.)

4 – slope, monoculture False Acacia (*Robinia pseudacacia* L.)

**Tab. 2. Enzymatic activity of soil (DhA – dehydrogenases in  $\text{cm}^3 \text{H}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ d}^{-1}$ , PhA – phosphatases in  $\text{mmol PNP kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ , UA – urease in  $\text{mg N-NH}_4^+ \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ , PA – protease in  $\text{mg tyrosine kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ )**

Site	Layer (cm)	DhA		PhA		UA		PA	
		1988	2001	1988	2001	1988	2001	1988	2001
1	0-5	0.89	3.64	2.27	9.24	11.95	48.34	4.66	12.28
	5-10	0.35	1.53	1.20	5.18	6.72	22.78	2.02	7.35
	10-20	0.21	0.89	0.68	2.62	2.96	16.40	1.18	4.82
2	0-5	0.75	3.12	1.52	4.11	10.84	41.52	3.89	10.43
	5-10	0.32	1.39	1.03	2.03	6.37	10.94	1.72	5.20
	10-20	0.18	0.69	0.44	1.25	3.18	8.26	0.99	4.16
3	0-5	0.62	1.18	1.10	3.05	2.47	29.82	1.58	5.39
	5-10	0.29	0.78	0.73	1.96	1.63	8.21	1.11	3.12
	10-20	0.14	0.61	0.28	0.84	1.21	3.95	0.74	1.94
4	0-5	0.79	2.04	1.28	3.86	8.16	31.82	3.23	9.11
	5-10	0.32	1.27	0.86	1.63	4.62	9.53	1.38	6.02
	10-20	0.19	0.72	0.55	0.90	2.22	6.29	0.90	3.65
LSD <sub>0.05</sub> for:									
Site		0.12		0.34		0.84		0.53	
Years		0.10		0.22		0.55		0.42	
Layer		0.12		0.34		0.84		0.53	

The highest soil acidification was observed on the table-top in the monoculture of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.), and the lowest in the table-top in the tree communities of the Red Oak (*Quercus rubra* L.) and the small-leaved Linden (*Tilia cordata* Mill.). Also the soil from the slope with False Acacia (*Robinia pseudacacia* L.) monoculture was characterised by acidic or very acidic reaction.

The total S content (TS) in the soil of the objects studied ranged in the section of low values, i.e. from 11.5 to 14.4  $\text{ng} \cdot \text{kg}^{-1}$  (tab. 1).

In all study objects, soil enzymatic activity in 2001 was several times higher than in 1987 (tab. 2). Forest tree species significantly differentiated soil enzymatic activity. The highest activity of the enzyme studied was found in the top of the soil table with the Red Oak species and the small-leaved Linden, and the lowest in the table-top soil in the monoculture of Scots Pine. A weakening of soil enzymatic activity was recorded also on the slope in the monoculture of False Acacia. Soil enzymatic activity decreased with soil depth.

## DISCUSSION

The enzymatic activity of the soil studied in 2001 was several times higher as compared to its enzymatic activity in 1987 and was accompanied by a considerable increase in the content of organic carbon and total nitrogen and a decrease in the value of the C:N ratio. This proved that nutrients were included into biological circulation and certified that land reclamation had a favourable influence on the fertility of the habitat

studied. Enzyme activity totally depends on the amount and the size of the pool of the reacting compounds rather than on enzyme catalytic efficiency [Murray et al., 1995]. Additional factors (both abiotic and biotic) influence catalytic efficiency in the soil environment such as: content of organic matter, temperature, water-air properties, soil pH, content of biogenic elements, amount and species composition of micro-organisms [Abrayman, 1993]. The most dynamic properties of forest soils are closely related with the functioning of the forest biocenosis. Over a longer period of time, the properties of forest soils change along with changes in species' composition, age and the health of the tree community [Pokojska et al., 1998]. The present authors observed favourable biochemical and chemical changes of the soils spanning many years which points to the stability of the silvo-ecosystem studied obtained in the land reclamation process. After more than 30 years of land reclamation, the enzymatic activity of sandy soils was at the level of the enzymatic activity of the sandy soils in natural forest ecosystems [Januszek, 1999]. This showed that the soil formed had reached a dynamic, biological balance and the soil formation process had been completed. The condition of the biological and chemical soil properties enables the ecosystem studied to qualify as a natural forest ecosystem resembling a national park and a nature reserve. In the practical sense, this is a soil characterised by those properties which facilitated the correct growth and development of forest plantation when technologies, common in forest production, were applied. Pokojska et al. [1998] stressed that the degree of binding between the soil and biocenosis is different in natural ecosystems as opposed to commercial forests. In ecosystems resembling the natural, a certain balance between biocenosis and soil is established whereas in commercial forests, the whole forest ecosystem never reaches a balance [Pokojska et al., 1998].

The enzymatic activity of the soil studied decreased with increasing depth. Such regularity, observed by most researchers, is mainly related to the humus distribution in the soil profile as the humus content decreases rapidly in the deeper soil layers. Studies by Januszek [1999] on the enzymatic activity of some selected forest soils in the southern part of Poland showed that the above phenomenon does not occur in every soil. According to this latter author, the lower enzyme activity in the surface soil layer in comparison with the deeper layers can be related to the longer and more frequent periods of drying-out to which the surface soil layer is subjected. It can also prove enzyme transfer to the deeper soil layers or higher microbiological activity in the deeper layers of the pedon due to the higher content of organic substance in these layers.

## CONCLUSIONS

1. After 30 years of land reclamation, the enzymatic activity of sandy ground was at the level of enzymatic activity of the sandy soil in natural forest ecosystems. This proves that the soil formed has achieved a dynamic biological balance and the soil formation process has been completed. In the practical sense, it is a soil characterised by such technological properties as would ensure the correct growth and development of seedlings when generally applied technologies were used in forest production.



2. Favourable changes in the biochemical and chemical soil properties of the soil observed over several years, point to the stability of the silvo-ecosystem examined which was obtained in the land reclamation process; favourable changes in the biochemical and chemical soil properties observed over a period of several years show the stability achieved as a result of the land reclamation process in the ecosystem studied which allows this ecosystem to qualify as a forest ecosystem resembling natural ecosystems (national parks, nature reserves).

## REFERENCES

- ABRAYMAN S.A., 1993: Variation of enzyme activity of soil under the influence of natural and anthropogenic factors. *Euras. Soil Sci.*, 25, 57-74.
- JANUSZEK K., 1999: Enzyme activity of selected forest soils of southern Poland in the light of field and laboratory investigations. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Krakowie, Rozprawy nr 250*.
- KISS S., DRĂGAN-BULARDA M., PASCA D., 1993: *Enzymology of Technogenic Soils*. Casa Cărtii de Știință, Cluj.
- LADD N., BUTLER J.H.A., 1972: Short-term assays of soil proteolytic enzyme activities using proteins and dipeptide derivatives as substrates. *Soil Biol. Biochem.*, 4, 19-30.
- MURRAY R.K., GRANNER D.K., MAYES P.A., 1995: *Biochemia Harpera*. PZWL, Warszawa.
- POKOJSKA U., DZIADOWIEC H., PLICHTA W., ZAŁUSKI T., 1998: Effects of anthropogenic changes in vegetation on forest soil in Górzno-Lidzbark Landscape Park. *Roczniki Glebozn.*, 49, 1/2, 79-86.
- THALMANN A., 1968: Zur Methodik der Bestimmung der Dehydrogenase aktivität in Boden mittels Triphenyltetrazoliumchlorid (TTC). *Landwirtsch. Forsch.*, 21, 249-258.
- ZANTUA M.I., BREMNER J.M., 1975: Comparison of methods of assaying urease activity in soils. *Soil Biol. Biochem.*, 7, 291-295.

**Anna Bobowska**

Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski

## METHODS OF STRENGTHENING FLOOD-EMBANKMENTS

## METODY WZMACNIANIA WAŁÓW PRZECIWPOWODZIOWYCH

**Key words:** building flood-embankment, sealing trunk elements, natural and artificial consolidation

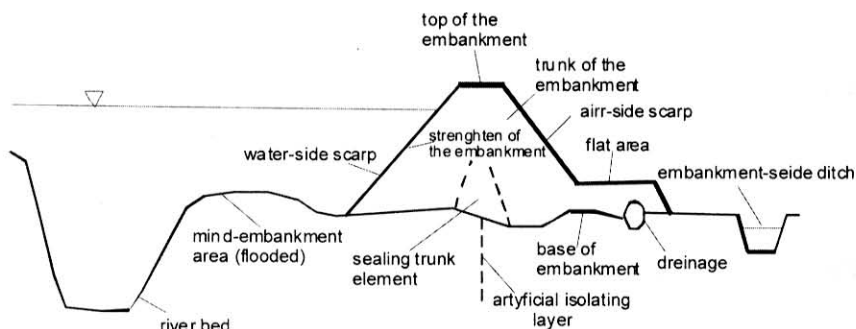
**Summary:** Effective flood protection is one of the most important elements connected with the management of the Oder river-basin. This article introduces and describes briefly methods and technologies applied in modernization and protection against flood embankments.

**Słowa kluczowe:** wały przeciwpowodziowe, elementy uszczelniające, naturalne i sztuczne metody umocnień,

**Streszczenie:** Skuteczna ochrona przeciwpowodziowa to jeden z ważniejszych elementów związanych z zagospodarowaniem dorzecza Odry. W niniejszym artykule przedstawiono i scharakteryzowano metody oraz technologie stosowane w modernizacji i zabezpieczaniu obwałowań przeciwpowodziowych.

## INTRODUCTION

Control of rivers and protection of drainage-basins of flooding is already no strange for anybody today. Experience of last years, and first of all the great floods on Odra-river and Vistula-river in 1997 year, clearly showed us results of negligence for many years in water economy. On base of these unpleasant experiences we learn rational and well-thought-out's using both forms of nature good deeds and as we broaden boldly about ways of protection in front of floods. Every works in the way of reconstruction of wore out flood-embankments and also as well as further going their modernization as well as change in global water economy, doubtless are causing to her modernization and effective flood protections. Row of engineering objects exists which determine (fulfill) active and passive anti-flood protection. Among them onto special attention the flood-embankments deserve (fig. 1). These are simply earth constructions to damm up the water and protect in front of flood economically developed valleys.



**Fig. 1. Diagram of building flood-embankment**

First flood-embankments on Oder-river come from XIII century [Grundfest, 2000; Kołodziejczyk, 2002; Müller, 1998]. Constructed they were initially into any ways, from accidental material, pell-mell (chaotic) and almost always nearby of flood threat. Both height and width and as well slope of inclination of scarps were at first dependent on all kind and properties of used material to them of building. Small effectiveness of that protections and next uncontrolled rising of water, they induced engineers buildings to look for such solutions which could fully fulfil the assignments which are put on this type of objects.

Technologies of consolidations (reinforcing) of flood-embankments can be based about different materials e.g.: stones, concrete, bituminous mixtures, steel, plastic and geo-membranes. Standards and norms of execution should be every time determined by the kind of given material to define the way of an arrangement of them in detail in embankment and as well as preservation. Constructions of consolidation have to guarantee the stability of strengthened object and guarantee required level of safety in the whole and as well as in component parts.

At selection the technology sealing of the floods embankments, most important thing is his susceptibility onto deformations and as well as possibilities of adjustment to existing conditions of basis. Particularly essential regard is potential settlement and consolidation of trunk embankment.

Large variety of applied materials in building new embankments, and also as well as in modernization of existing objects, it permits to distinguish the technologies leant on both penetrable and impenetrable materials.

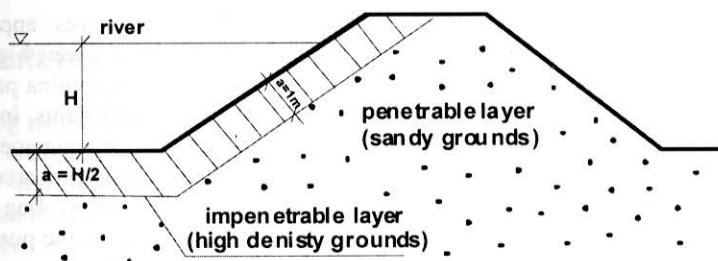
## USING OF THE IMPENETRABLE MATERIALS

One from the first and often applied (also today) protecting methods of making the water slope of embankment is covering it against of intensive filtration with layer of clay (fig. 2). Both the thickness and the sealing layer had to be so well-chosen to make



impossible its softening in case long-lasting moisture and as well as cracking during dries periods.

Experiences showed, that requirements of this is fulfilled by about one meter thick layer of soil which contents no less than 20%-35% of loamy fraction. Trunk of this kind of embankment is made of double-layer. In bottom layer, an impenetrable, high plastic, clay is applying, but in upper layer – plastic clay, more resistant onto cracking, and giving better possibility to cultivate the plants and as well as to keep strong sod. The suitable mixtures of grasses are applied to sowing, which apart from the low fertilize and watering requirements, possess strong root system and after mowing they grow slowly. In reinforcing of slopes no one should apply trees and shrubs, because they can cause damages of sod and stimulating development of small mammals. Described method in literature is often defined as kind of biological consolidations of embankments. It is applied mainly as supplement of different methods of modernization of anti-flood-embankments.



**Fig. 2. Diagram of beds and trunk of an embanks tighten with artificial isolating layer**

Another way of sealing embanks are special kind of screens and tight sides.

Such constructions are still considerably more expensive and much more susceptible onto damages [Koślacz, 1999]. They are usually applied in these cases where:

- current of river swims directly along the embankment,
- unfavorable course of rampart and long run of wave causing strong waving,
- there is a large possibility of damage rampart by ice float or any other objects
- which are transported in a river (trees, beams),
- there is a limited possibility of using biological consolidations of embankments,
- e.g.: in places about limited growth of grasses (slopes under bridges),

Actually there are no clear causes which define necessity of applying of artificial consolidations of floods embankment. Because of high costs, consolidations of this kind are made at a level below of high reliable water which can happens once a 100 years.

Above this level, time of working of wave and current is so short that applying of mentioned consolidations is not necessary [Reszka, Warcholak, 2000; Reszka, 2001].

From among most popular consolidations which should guarantee full waterproof of the embankments there are: bituminous consolidation, concrete, screens and tight sides and dams.

Bituminous consolidations - use bituminous substances and mineral components. Bitumen – because of their mechanical proprieties – are mainly used as filling material or in form of mixtures, e.g. a stone-bituminous covering. Applying of mixtures of mastix and asphalt causes itself plastic maintenance very consolidation as well as its long duration guarantees. However this solution this is seldom used.

Concrete consolidations from attention onto low plasticity are recommended to use in case of already built embankment, well consolidated, in which process of settlement was regarded as very slight. It is advantage of applying of concrete plates because of their large durability and as well as possibility of fast assembly. However fact is defect of this method, that slabs can not fit exactly to settling beds, what in consequence lead often to them of undermining, and into result of hitting waves – cracking and washing up.

Best protections effects, in this type of consolidations, gives applying the waterproof screens from artificial materials. Foils from polythene about high density (PE-HD) predominate here mainly. They are characterized by high stamina parameters, which large effectiveness is advantage in protection of embankments in front of pervasion, at simultaneous scarce susceptibility onto corrosion. Arrangement of foil depends on horizontal laying down the sections of foil on previously prepared slope of an embankment, fixing them, and then connection the separate by sealing and next cover the foil with layer of soil. The disadvantage of this technology is the possibility of making holes in the foil layer by trees roots, or else caused destruction by mammals of boring holes in slopes of an embankment.

More resistant onto damages, and simultaneously checked method of protection the embankment, is applying of perpendicular screens (tight walls). They are usually assembled in trunk of an embankment or on the pre-embankment [Koślacz, 1999]. An effect of working of this consolidations is, first of all, the limitation or total cut off soaking, and therefore – limitation washing of soil during floods and also decreasing the pressure existing in trunk.

More often used, in this method, are wooden or steel pales, hammered closely one by one or joined on so-called “lock”. These methods, for the sake of large joined surfaces, they do not guarantee the full waterproof. What is more, they can crack during fixing and connecting and making in this way the barriers not tight. It is proper to say, that for the sake of that those materials have limited their durability, an administrator of the embankments has to remember about necessity of exchange the pales after the definite time of exploitation.

On the other hand more durable concrete elements are not recommended to applying in this form of tightening barriers because of difficulty in tight connection of individual elements.

The newness among mentioned barriers there are the walls of vinyl pales of type C-LOC which have wide use now. They can be applied both as elements of anti-floods consolidations protections of excavations, drainages ditches and as well as anti-corrosion covers.



The divisions' elements of wall pales of type C-LOC are made from PCV material (with addition of stabilisers), with smooth surface and good mechanical proprieties these materials, assuring them tightness and durability. It is proper to say, that elements of wall barriers of pales of type (C-LOC) also fulfil requirements in range of harmlessness in influence onto environment and have confirmed suitable certificates.

A modern way of strengthen of the embankments are hydro-protection screens, made by forcing injections of cement or bentonite solutions into earlier bored (drilled) openings.

The least inconvenient and comparatively often applied protections in flood protection they are (town) barriers divisions. They are made as the mass of the ground closed between two tight sides. Their main advantage is ability of fast constructing and the low costs.

They are mainly applied as a temporary embankments, recommended mainly in case of the modernizing works.

## USING PENETRABLE MATERIALS

Among methods of tighten of the embankment penetrable materials are in common use. They are made as an arranged or loose thrown down elements from monolithic penetrable construction. These consolidations characterize good adjustment to the existing conditions of ground. From assume the elements of protection adhere (fix) closely to bed even in case of its possible deformation, an exception of that are here an arranged consolidations, which in consequence of bending effect of loose elements could be damaged, like in case of concrete slabs. For the sake of used materials, different technology of arrangement are applied.

Consolidations from loose stones should be made in this way to prevent taking them by current and prevent washing of the ground. Therefore, to raise the stability of consolidation, an arrangement of the tree layers in turn is made. The external layer is made of comparatively heavy materials, applied for equilibrations the pressure of wave and the power of current, the central layer mainly contains light ingredients of weight about 10-80 kg (at 1m<sup>2</sup>), and the internal layer is made from the smallest elements. The internal layer is usually strengthened with gabions made from steel mesh. In order to avoid of washing the soil up from the bed of trunk the drainages as the filter elements are additionally applied, situated at basis of embankment.

In constructions of that strengthening from arranged small bricks, usually square or rectangular concrete blocks or common pebbles are applied.

An assembly of this kind of consolidations depends on an arrangement of single elements on previously prepared the drainage's layer constructed from gravel or geofibrous.

An aim of this layer is decreasing the hydraulic pressure and also preventing of washing up the particles of basis through cracks and holes between individual elements of consolidation. Arranged blocks create the penetrable layer for the sake of existing cracks between separate elements.



In fact, the cracks becoming filled with mud after some time, so in this method, assurance of the suitable drainage or using blocks with irregular edges is very important.

During last years, in this method, both the bricks of diverse shapes (dimension) and porous slabs were also applied.

As the main element, of the separate method of consolidations of slopes of the embankments, the geo-fibrous is applied. One from methods depends on "packing" the rocky elements in sacks from geo-fibrous and arranged later closely on slope. In effect, the consolidation is gained by making the layer from stones or arranged rocky elements, completed with polypropylene fabric instead of bottom drainage's layer.

An advantage of this method is possibility of its applying on steep slopes, fast assembly, less corrosion and simplicity of execution.

Bituminous monolith is different an interesting example of protections of the anti-flood, embankment, it was applied only in experimental cases so far. Most important elements of this method are: stone porous asphalt made from crumbled gravels or covered limestones layer covered with adhesives and also sandy asphalt made from mixtures of sand and bituminous masses, which is considerably more plasticity than stone asphalt.

For the sake of a less coherence, and what goes after that – an insufficient resistance on working current and waves, sandy asphalt is usually used as filter layer, which is covered with stone porous asphalt as an external layer.

## RESUME

Introduced here analysis of the ways of tighten of the anti-flood embankment proves, that there is no the best method, which is suitable in every conditions. The choice of proper method is dependent on: local conditions, a location, the proprieties of bed, on construction of the embankment and the power of flood risings. The method of modernization of the embankment is determined by the economic regards. It is proper to add, that joining of individual techniques gives best effects in flood protection by for example tighten and rising of a trunk and also by tighten of the basis of the embankment. But the preventing workings can not be neglected, which among others they should be dependent on creating of additional polders, widening the areas of mid-embankment, on displacing people away from flooded terrains, on permanent monitoring of rivers and education of society.

## LITERATURE

GRUNDFEST E., 2000: Nonstructural mitigation of flood hazards. In: E.E.Wohl (ed.): Inland flood hazards: human, riparian and aquatic communities, 394-410. Cambridge, Cambridge University Press.

- KOŁODZIEJCZYK U., 2002: Geologiczno-inżynierskie badania wałów przeciwpowodziowych i ich podłoża. Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra.
- MÜLLER A., 1998: Impact on the Water Quality. HELCOM Sc., [In:] Workshop on the Effects of the 1997 Flood of the Odra Vistula rivers, HELCOM Sc. Hamburg.
- KOŚLACZ R., 1999: Poradnik projektanta obwałowań rzecznych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- RESZKA T., WARCHOLAK P. 2000: Współczesne techniki pomiarowe dla potrzeb oceny stanu technicznego wałów przeciwpowodziowych. [W:] Modernizacja i eksploatacja obwałowań rzecznych. SITMiW, Zielona Góra.
- RESZKA T., 2001: Współczesne materiały i technologie w modernizacji i zabezpieczeniu obiektów ochrony przeciwpowodziowej. Zesz. Nauk. Politechniki Zielonogórskiej, nr 125.





**Anna Bobowska, Urszula Kołodziejczyk**

Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski

## **DIE MODERNISIERUNG DER FLUSSDEICHE AUF DER LUBUSEN STRECKE DER ODER**

### **MODERNIZACJA WAŁÓW PRZECIWPOWODZIOWYCH NA LUBUSKIM ODCINKU ODRY**

**Schlüsselwörter:** Lubuse Strecke der Oder, Schutz gegen Überschwemmungen, Stand der Flussdeiche, Modernisierungsarbeiten.

**Zusammenfassung:** Der Hauptelement des Schutzes gegen Überschwemmungen der lubusen Abschnitt der Oder sind die Flußdeiche. Diese Objekte schützen vor den Überschwemmungen das Gebiet von 12 500 ha. Deswegen ist die Modernisierung und Haltung im besten Zustand so wichtig. Der Artikel stellt Bereich der Modernisierungsarbeiten der Flussdeiche auf der lubusen Strecke der Oder nach der Flut im Juli in 1997 dar.

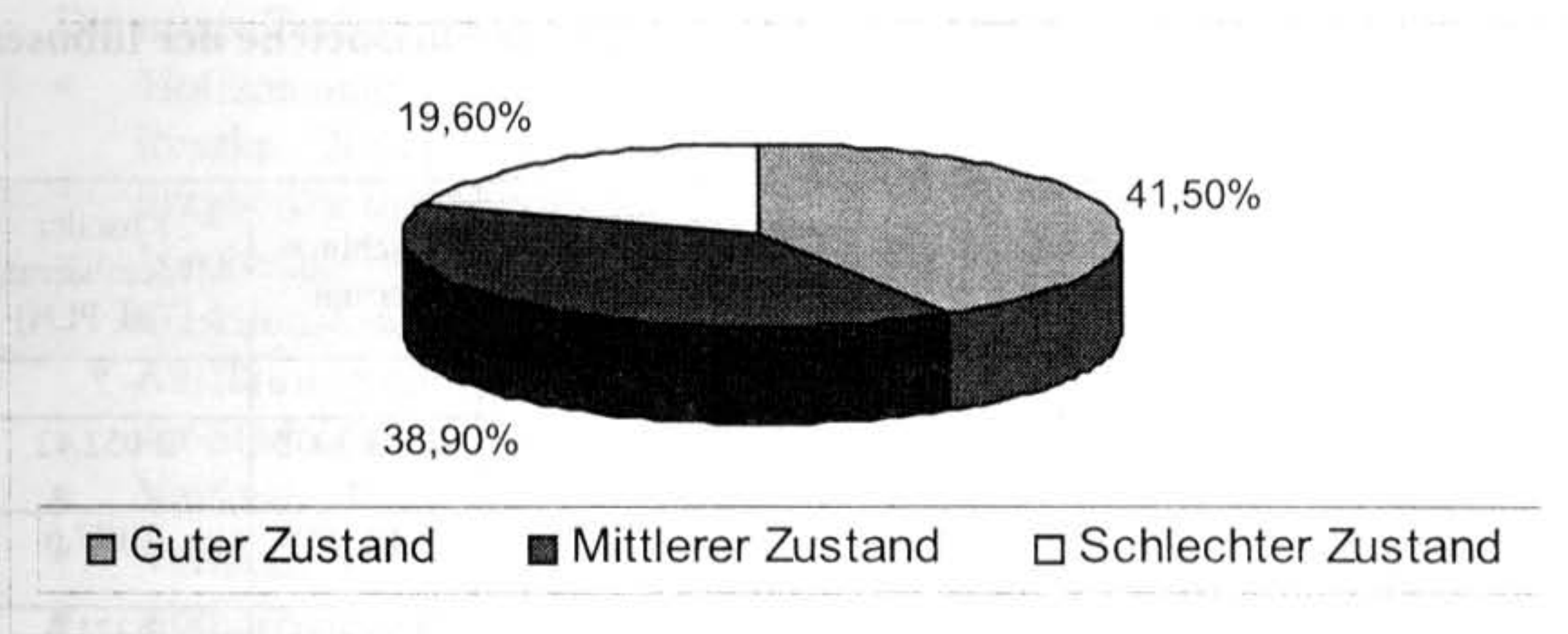
**Słowa kluczowe:** lubuski odcinek Odry, ochrona przeciwpowodziowa, stan wałów przeciwpowodziowych, prace modernizacyjne.

**Streszczenie:** Głównym elementem ochrony przeciwpowodziowej lubuskiego odcinka Odry są wały przeciwpowodziowe. Obiekty te chronią przed zalewaniem obszar o powierzchni 12,5 tys. ha, stąd tak ważnym problemem jest ich modernizacja i utrzymanie w jak najlepszym stanie. Artykuł przedstawia zakres prac naprawczych wałów przeciwpowodziowych wykonanych na lubuskim odcinku Odry po powodzi w lipcu 1997 r.

Schutz gegen Überschwemmungen ist ein von den vielen Hauptelementen der ausgeglichener Wirtschaft der Naturalressourcen. Dieses Thema ist besonders nach der Flut im Juli 1997 an der Oder noch wichtiger geworden. Fast 25% der Gesamtlänge der Oder befindet sich in der Grenzen der Lubusen Woiwodschaft. Die Oder kommt ins Gebiet der Woiwodschaft auf 408 km seiner Länge hinein und fließt in dem regelmäßigen Flussbett, das kleiner und ausgeglichenes Sohlengefälle hat, der zirka von 0,022-0,027% beträgt [Kołodziejczyk und Warcholak, 2001] und fließt in der Umgebung von Osinow aus. Das ist ungefähr 620 km der Flusslänge.

Der Hauptelement des Schutzes gegen Überschwemmungen an der Oder sind vor allem die Flussdeiche, deren Gesamtlänge von 240,05 km beträgt. Der Schutz ist u.a. Durchpumpen, Polder, Kanäle und Achterdeiche. Diese Objekte schützen vor den Überschwemmungen das Gebiet von 12 500 ha. Deshalb sind sie so wichtig.





**Abb. 2. Zustand der Flussdeiche der lubusen Strecke der Oder**

Elementare Modernisierung der Flussdeiche ist in den Jahren von 1998 bis 2003 (Abb. 1 und Tab. 1) durchgeführt worden. Sie hat 72,1 km von den Strecken der Flussdeiche umfasst, die als am meisten bedroht klassifiziert worden sind und die gleichzeitig eine Hauptrolle im Schutz gegen Überschwemmungen spielen [Kołodziejczyk, 2002].

Man schätzt, dass zur Zeit in der Lubusen Woiwodschaft 75,1 km der Länge von Flussdeiche modernisiert und repariert worden sind, von denen 43,0 km an den Grenzabschnitten der Oder [Kołodziejczyk, 2002; Kołodziejczyk und Warcholak, 2001]. Diese Situation ergibt aus den verschiedenen Programmen und Aktionen, die auf dem Schutz gegen Überschwemmungen an den beiden Seiten der Grenze gezielt wurden.

Die Modernisierungsarbeiten haben beruht auf:

- Aufhebung der Böschung der Deiche zu den modifizierten Koten, die das minimale Übertreffen um 0,5 m über höchstes Hochwasser HHW, (die Wahrscheinlichkeit 1%), was wurde u. a. auf der Strecke Ledno – Swarzynice getan,
- Verdichtung der Böschung der Deiche bis dem Verdichtungsindexwert  $I_s > 0,95$ , was der Verdichtungsgrad  $I_D > 0,72$  entspricht, z.B. auf dem der Strecke Przyborów – Nowa Sól und Słubice – Górzycy,
- Abdichtung der Grund und die Böschung der Flussdeiche: die Strecken Słubice I, II und Leśna Góra,
- Veränderung der Geometrie der Flussdeiche, die von der Qualität des Materials eingebauten im Rumpf und von der Art der Ausführung abhängig ist. Diese Geometrie ermöglicht die Kommunikation auf der Böschung (die Breite von 3,0 bis 4,5 m) und die gesetzmäßige Konservierung der Deiche (das Beugen die Böschungen 1:2,5) – z.B. die Strecke Kielcz – Nowa Sól,
- Pflegearbeiten im Bereich der Damme (des Ausschnitts der Bäumen und Büsche, das Mähen des Grases).



**Tab. 1. Das Verzeichnis modernisierten und renovierten Flussdeiche der lubusen Strecke der Oder**

Nummer des Abschnitts	Aufgabe	Flusslänge [km]	Projekt	Realisierung [km]	Abschluss-termin	Kost der Modernisierung [Tsd. PLN]
1	2	3	4	5	6	7
2L	Bytom Odrzański	416,0-417,0	2,6	0,6	12.12.2002	2 052,42
2P	Siedlisko – Przyborów	425,0-427,8	1,7	1,8	07.10.1999	2 177,6
4L	Kielcz – Nowa Sól	424,8-426,8	2,4	2,6	28.06.2000	3 271,6
4L	Kielcz – Nowa Sól II	426,8-428,8	1,6	1,6	26.12.2002	2 236,15
9L	Tarnawa	452,4-457,0	5,0	0,4	15.09.1998	69,2
2aP	Swarzenice I	455,2-455,7	0,4	0,8	27.10.1998	1 261,0
2aP	Swarzenice II	457,9-458,5	0,7	0,7	13.10.1998	
2aP	Ledno – Młynkowo I	461,2-463,7	2,8	2,8	17.11.1998	481,2
2aP	Młynkowo – Sadowa	464,6-465,6	1,2	1,2	15.12.1997	140,7
3P	Pomorsko	479,0-480,0	0,4	0,4	09.11.1998	658,1
3P	Brody – Bródki	487,0-489,0	1,9	1,9	07.10.1998	342,9
11L	Leśna Góra	468,0-476,5	7,7	8,3	10.07.2000	9 601,2
10P	Urad – Bieganów	555,5-562,0	6,2	6,2	07.12.1999	13 190,4
10P	Rapice – Kłopot	546,0-555,4	9,8	8,8	15.07.2000	13 078,7
10P	Urad – Achterdeich	565,0	0,4	0,4	15.09.2000	5 602,5
10P	Urad	562,0-565,0	3,0	2,5	15.09.2000	
12P	Ślubice I	582,3-584,1	2,3	2,3	10.05.2000	1 942,2
12P	Ślubice II	584,5-587,5	3,0	3,0	25.10.1999	1 685,6
12P	Ślubice – Górzycza I	587,5-591,0	5,3	4,2	10.10.2002	6 104,2
12P	Ślubice – Górzycza II	591,0-595,5	4,5	4,5	11.07.2003	5 423,0
12P	Ślubice – Nowy Lubisz	591,0-599,4	14,6	14,6	10.08.1998	783,5
12P	Pamięcin – Chyrzno	604,0-613,6	11,0	5,5	05.02.1998	535,6
Zusammen (Modernisierung)			88,5	75,1		60 926,2
Futtlücken (Reparatur):			6,9	6,9	15.12.1997	13 944,8
Zusammen (Modernisierung und Reparatur)			95,4	82,0		74 871,0



Die neuen Technologien wurden hier ausgenutzt u.a.:

- Horizontale und vertikale Spundewände aus C-LOC Folien [Borys und Reszka, 2001]: die Strecken Urad – Bieganów, Leśna Góra, Siedlisko – Przyborów und andere,
- Vertikale, wasserisolierende Schirme, durch das Hineinstampfen der Injektionslösungen in die ausgebohrte Öffnungen [Kuś, 1999]. Die Ausführung der Spundwand bis zu Tiefe 6,0 m hat die Filtrierung im Grund in der Stadt Słubice begrenzt,
- Vertikale, Plattenwände: Strecke Urad – Bieganów,
- Vertikale Stahlspundwände: Strecke Nowa Sól (Foto 1),
- Abdichtung der Böschung mit dem Lehmstein, Strecke Słubice – Górzycza (Foto 2),
- Spundwände aus dem wasserisolierenden Schirmen (PEHD – Folie) – die Strecken: Urad - Bieganów, Słubice – Górzycza, Leśna Góra – Cigacice (Foto 3),
- Zudichtung des Grundes – Strecken: Kielcz – Nowa Sól, Rybocice – Świecko u.a.,
- Installierung in der Innenböschung die Bituminen: Strecke Słubice – Górzycza,
- Installierung in der Außenböschung der Bandfiltern und Fanggraben, die Flussdeiche entwässern [Balawejder und Janiak u.a., 2000] – Strecke Urad – Bieganów.



**Foto 1. Sicherung der Böschung der Flussdeiche mit den Stahlspundwände –  
Fragment des Wegdammes in der Böschung der Flussdeiche, Regionalweg  
am Beispiel des Orts Nowa Sól**





Foto 2. Dichtung der Böschung mit dem Lehmstein, Strecke Słubice - Górzycza



Foto 3. Dichtung der Rumpf und der Grund der Flussdeiche bei der Anwendung der PCV-Folie; Flussdeiche an der Strecke Leśna Góra – Cigacice - fünf Jahre nach der Modernisierung



Durchgeführte Arbeiten sind Ergebnis der verschiedenen staatlichen und internationalen Aktionen, die im Flussgebiet der Oder nach der Flut in 1997 angenommen wurden [Kołodziejczyk, 2002; Kołodziejczyk und Warcholak, 2001; Koślacz (red.), 1999]. Dank dieser Aktionen ist schon beste Wirtschaft der Flussdeiche möglich. Die Realisierung war bei der Unterstützung der Europäischen Investitionsbank und dank der Entwicklungsbank der Europäischen Rat und natürlich bei der Unterstützung der polnischen Mitteln möglich.

Die Oder ist ein großes Investitionsgebiet geworden. Viele Aufgaben sind schon realisiert worden. Weitere Investitionen des Flusses werden von der Komplexität der weiteren Lösungen und den verfügbaren Mitteln abhängen. 140,6 km der Flussdeiche müssen noch modernisiert werden. Das ist zirka 58,5% (Abb.2) der Gesamtlänge der Flussdeiche. Unter anderem ist das die Strecke von Wężysko bis Chlebowo, wo die Verbreitung des Außendeiches durch die grundlegende Modernisierung der existierten Objekten, durch den Bau der neuen Strecken [Ambrożewski und Janikowski, 2004] und Bau der Fragmente der Flussdeiche in den Städten: Bytom Odrzański, Nowa Sól, Krosno Odrzańskie und Kostrzyn vorhergesehen ist.

Der Kost der Modernisierung von einen Kilometer des Deiches beträgt zirka von 1,7 Mio. PLN. Der Kost der neuen Bau dagegen beträgt von 2,0 bis 4,0 Mio. PLN. Die Kosten bilden vor allem Preise der Abdichtungsstoffe und des Transports von dem Grund. Die Plankosten der Gesamtmodernisierung betragen also von 239 Mio. PLN.

Man muss hoffen, damit alle Modernisierungsarbeiten vor dem nächsten Flut abgeschlossen worden werden und dass die Finanzmitteln und die Zeit dazu ausreichen.

## LITERATUR

- AMBROŻEWSKI Z., JANIKOWSKI W., 2004: Kompleksowy projekt nowego lewego wału przeciwpowodziowego Odry w rejonie miejscowości Wężyska. Gospodarka Wodna nr 2/2004, 71-74.
- BALAJEJDER A., JANIĄK Z., MOLSKI Z., ORZESZYNA H., 2000: Analiza hydraulicznych warunków odpływu do urządzeń odwadniających wału przeciwpowodziowego, Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu, nr 385, s. 23-40.
- BORYS M., RESZKA T., 2001: Zastosowanie grodzic winylowych C-LOC w wykonawstwie obiektów budowlanych gospodarki wodnej, Zeszyty Naukowe Politechniki Zielonogórskiej, nr 125, 37-44.
- KOŁODZIEJCZYK U., 2002: Geologiczno-inżynierskie badania wałów przeciwpowodziowych i ich podłoża. Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra.
- KOŁODZIEJCZYK U., WARCHOLAK P., 2001: Ochrona przeciwpowodziowa na lubuskim odcinku Odry granicznej. Zeszyty Naukowe Politechniki Zielonogórskiej, nr 125, 179-186.
- KOŚLACZ R., [red.] 1999: Poradnik projektanta obwałowań rzecznych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- KUŚ R., 1999: Wykorzystanie materiałów na bazie glin polimeralnych do tworzenia przesłon hydroizolacyjnych i zagęszczania gruntów w obrębie obiektów

hydrotechnicznych i urządzeń przeciwpowodziowych – metody oceny ich własności geotechnicznych. IMGW, Warszawa.

**Marek Borkowski, Gabryela Mrozińska, Julita Szutowicz**

Katedra Geotechniki, Politechnika Szczecińska

## **JEZIORO DĄBIE POLEM REFULACYJNYM?**

### **LAKE DĄBIE AS SILT UP FIELD?**

**Słowa kluczowe:** Jezioro Dąbie, zasoby środowiska, turystyka wodna, refulat.

**Streszczenie:** Na Jeziorze Dąbie w Szczecinie zaplanowano pola refulacyjne dla zanieczyszczonego urobku, pochodzącego z pogłębiania basenów portowych. Mogą one stanowić poważne zagrożenie dla obecnych walorów przyrodniczych, turystycznych i rekreacyjnych jeziora.

**Keywords:** Dąbie Lake, environmental resources, water tourism, material from dredging, fields for material from dredging.

**Summary:** The fields for the polluted material from docks dredging are planned on Dąbie Lake. They can really be a threat for present natural, touristic and recreational values of the lake.

## **WSTĘP**

Nadodrzańskie położenie to wielki atut dla miasta. Jezioro Dąbie jest unikatowym akwenem. Poprzez budowę i ciągłą rozbudowę nowych dzielnic po prawej stronie Odry znalazło się ono w centrum Szczecina.

Jezioro Dąbie oraz liczne wysepki i przesmyki Międzyodrza możemy obserwować i podziwiać z licznych punktów widokowych w rejonie miasta.

Zadanie ochrony walorów przyrodniczych, stanowiących wspólne dziedzictwo o wartości estetycznej, naukowej, kulturowej, rekreacyjnej i gospodarczej jest tak ważne, że zostało sformułowane jako jeden z celów strategicznych rozwoju Szczecina i Polski [Mieszkowska, 1996]. Równocześnie decyzją władz miejskich na terenie jeziora zlokalizowane zostały planowane pola refulacyjne, na których mają być składowane najbardziej zanieczyszczone osady denne wydobyte z rejonu kanałów portowych i części toru wodnego Świnoujście – Szczecin znajdującej się w obrębie miasta.

## **JEZIORO DĄBIE**

To największe na Pomorzu Zachodnim, a czwarte pod względem wielkości jezioro w Polsce. Ciągnie się z północy na południe pasem o szerokości dochodzącej do 7 km,



długości do 15 km, a głębokości do 4,2 m. Lustro wody położone jest na wysokości 0,3 m n.p.m. Linia brzegowa ma 55 km długości. Od strony zachodniej Jezioro Dąbie jest oddzielone od głównego nurtu Odry kilkoma niskimi wyspami, m.in. Czarnotęką oraz Dębiną. Brzegi wschodnie jeziora przylegają do nisko położonych i podmokłych torfowisk [Mikołajski, 1966]. Nowe badania pokazują, że jest to jezioro typu zalewowego, powstałe wskutek podniesienia się poziomu wody w Bałtyku i Zalewie Szczecińskim. Ten duży, płytki zbiornik jeziorny powstał kilka tysięcy lat temu w miejscu dawnego torfowiska i od tego czasu jest stopniowo zasypywany i zamulany przez osady deltowe [Borówka i in., 2002]. Ponieważ jezioro ma przez Odrę łączność z Zalewem Szczecińskim wodostan jego zależy od poziomu wód w Zalewie.

Jezioro Dąbie jest integralną częścią Doliny Dolnej Odry.

## DOLINA DOLNEJ ODRY

Dolina Dolnej Odry obejmuje ponad 740 km<sup>2</sup>. Rozciąga się na długości około 84 km od okolic Cedyni na południu, po ujście Odry do Jeziora Dąbie i Zalewu Szczecińskiego na północy. Między Cedynią a Widuchową szerokość doliny jest niewielka – około 3 km. W rejonie Szczecina rozszerza się do około 10-12 km. Poniżej Widuchowej rozpoczyna się tzw. Międzyodrze, rozpościerające się pomiędzy Odrą Zachodnią i Regalicą [Borówka i in., 2002]. Jest to rozległa równina bagienna pocięta gęstą siecią starorzeczy, kanałów, rowów melioracyjnych i rozlewisk, o łącznej długości ponad 200 km. Stanowi ona największy w Europie Zachodniej i Środkowej obszar bagienny położony w dolinie rzecznej, nie spotykany już w innych dolinach wielkich rzek europejskich.

## FLORA I FAUNA MIĘDZYODRZA

Nie można rozważać zasobów przyrodniczych samego jeziora Dąbie oddzielnie. Stanowi ono integralną część Międzyodrza. Region Doliny Dolnej Odry obejmuje nie tylko rzekę, ale również Zalew Szczeciński oraz położone na przyległych niskich terasach rozległe torfowiska. Występująca tu bagienna roślinność szuwarowa, turzycowiskowa, zaroślowa i leśna stanowi osobliwość na skalę europejską. Wraz z zanikiem mokradeł, bagien, moczarów giną całe ekosystemy i wiele gatunków roślin i zwierząt, i to nie tylko te, które są z nimi bezpośrednio związane, ale również wiele innych np. gatunki migrujące, w tym szczególnie ptaki wodne [Borówka i in., 2002]. Obszary wodno-błotne retencjonują i oczyszczają wodę, przeciwdziałają powodzi i mają niewymierne wręcz znaczenie jako siedliska niezliczonych ekosystemów hydrogenicznych, zaliczanych wraz z ich zespołami roślinnymi i zwierzęcymi do najbardziej produktywnych na świecie. Na obszarze tym stwierdzono występowanie 273 gatunków roślin naczyniowych, 19 gatunków płazów i gadów, 50 ssaków i 226 gatunków ptaków [Borówka i in., 2002]. Na wodach jeziora występują tzw. lilie wodne, czyli grzybienie i grązele, podlegające ochronie ścisłej. Grzybienie białe i grązel żółty należą już do gatunków zagrożonych. Grzybieńczyk wodny, obecnie uznany za gatunek



wymierający, jeszcze w latach siedemdziesiątych XX wieku pływał po wodach Zalewu Szczecińskiego, jeziora dąbskiego i kanałów Międzyodrza [Borówka i in., 2002]. Obszary Doliny Dolnej Odry i Międzyodrza obfitują w szczególnie cenne siedliska dla ptaków. Występują tutaj gatunki, które w skali globalnej są zagrożone np.: wodniczka, podgorzałka, bielik. 24 gatunki ptaków lęgowych związanych z terenami podmokłymi i wodnymi to gatunki zagrożone w skali europejskiej, a 18 gatunków jest zagrożonych w skali Polski.

## OCHRONA PRZYRODY NA POMORZU ZACHODNIM

Działania dawnych władców Pomorza Zachodniego dzisiaj zostałyby uznane za ochronę przyrody. Jednym z najstarszych dokumentów jest akt Bogusława IV, który zezwala na wolny połów ryb w Odrze, ale bez sieci. W latach dwudziestych minionego wieku bojownikiem o ochronę ptaków i miejsc ich bytowania był Paul Robien. Do 1945 r. funkcjonowała nad Jeziorem Dąbie, w granicach Szczecina, stacja przyrodnicza założona przez Paula Robiena w 1927 roku oraz rezerwat przyrody „Moene” obejmujący Jezioro [Borówka i in., 2002, Mikołajski, 1966].

Współcześnie obszary leżące w dolinie Odry oraz wokół Zalewu Szczecińskiego zostały proklamowane „Krajobrazem Roku 1993/94”. Zostały one również zaproponowane do objęcia ochroną jako Rezerwat Biosfery „Ujście Odry”. W 1993 r. utworzono Park Krajobrazowy Doliny Dolnej Odry. Park Doliny Dolnej Odry oraz Cedyński Park Krajobrazowy, w efekcie podpisanych polsko-niemieckich porozumień, tworzą wspólnie z Parkiem Narodowym Doliny Dolnej Odry leżącym po stronie niemieckiej „Międzynarodowy Park Dolnej Odry”, obejmujący jeden z największych w Europie Środkowej kompleksów torfowisk, leżących między ramionami Odry [Raport o stanie środowiska..., 2001]. W połowie lat dziewięćdziesiątych, biorąc pod uwagę obszary cenne przyrodniczo, stworzono koncepcję krajowej sieci ekologicznej EKONET PL. Zgodnie ze schematem tej sieci w odniesieniu do Pomorza cały rejon doliny Odry od Cedyńskiego Parku Krajobrazowego po wody Bałtyku zaliczony został do międzynarodowych obszarów węzłowych [Borówka i in., 2002]. Od 2001 r. wyspa Dębina, oddzielająca Odrę od Jeziora Dąbie, stanowi zespół przyrodniczo-krajobrazowy. Również wyspa Czarnołęka ma zostać objęta ochroną w postaci zespołu przyrodniczo – krajobrazowego ([www.um.szczecin.pl](http://www.um.szczecin.pl)).

Polska jest sygnatariuszem 33 konwencji, protokołów i porozumień międzynarodowych w dziedzinie ochrony środowiska. Polska zawarła także umowy o współpracy w sferze ochrony środowiska z 18 krajami europejskimi, w tym ze wszystkimi sąsiadami.

Terenów Międzyodrza dotyczą przede wszystkim trzy konwencje:

- a) Konwencja Ramsarska – „Konwencja o obszarach wodno-błotnych mających znaczenie międzynarodowe, zwłaszcza jako środowisko życiowe ptactwa wodnego”. W myśl Konwencji za niezbędne uważa się wzmocnienie współpracy bilateralnej w zakresie tworzenia i ochrony transgranicznych obszarów Ramsar, szczególnie w aspekcie ochrony czystości wód (rzeki Odra i Bug). Za szczególnie ważny obiekt uznano m.in. Zalew Szczeciński.



- b) Konwencja Bońska – „Konwencja o ochronie wędrownych gatunków dzikich zwierząt”. Konwencja wprowadziła zasady, w myśl których strony powinny chronić gatunki wędrowne w ich środowisku.
- c) Konwencja Berneńska – „Konwencja o ochronie dzikiej europejskiej fauny i flory oraz ich siedlisk naturalnych”. Jednym z założeń Konwencji jest podejmowanie działań dla zapewnienia trwałości występujących gatunków.

## TURYSTYKA

Przyrodnicze walory jeziora Dąbie i jego otoczenia powinny być szeroko dostępne dla mieszkańców Szczecina. W chwili obecnej są wykorzystywane przez miłośników jachtingu, kajakarstwa, wioślarstwa i innych sportów wodnych, ale na pewno stopień tego wykorzystania może być znacznie większy, gdyby tylko miasto zadbało o właściwą rozbudowę zaplecza lądowego. Na południowym brzegu jeziora znajdują się liczne przystanie jachtowe. Tylko w samym Szczecinie istnieje 12 klubów sportowych zrzeszonych w Zachodniopomorskim Okręgowym Związku Żeglarskim. Coraz częściej i liczniej przybywają tu żeglarze z innych krajów doceniając urok i niepowtarzalność dzikiej przyrody w bezpośrednim sąsiedztwie miasta.

Na brzegach jeziora zlokalizowane są trzy czynne kąpieliska: Dąbie, Lubczyna i Czarna Łąka. Infrastruktura kąpielisk jest bardzo uboga, wszystkie wymagają poważnych inwestycji. Plaża „Dąbie” bywa zamykana ze względu na zanieczyszczenie wód jeziora wodami Płoni. W latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku na wyspie Wielka Kępa, od strony jeziora, istniało kąpielisko miejskie zwane Mieleńskim. Obecnie stara infrastruktura wyspy jest zupełnie zdewastowana.

## ZAGROŻENIA DLA OMAWIANEGO UNIKATOWEGO ŚRODOWISKA

- a) Umieszczenie pól refulacyjnych na obszarze jeziora. Urząd Morski wraz z władzami Szczecina zaprojektował nowe pola refulacyjne (składowiska urobku powstałego w wyniku pogłębiania basenów portowych i toru wodnego) w zachodniej części jeziora, w zatokach Łęka i Gać u brzegu wyspy Radolin. Składowany ma tu być urobek szczególnie zanieczyszczony. Odpady mają być gromadzone przez 15 lat i składowane na wysokość ok. 3 m ponad lustro wody ([www.um.szczecin.pl](http://www.um.szczecin.pl)). Taką lokalizację pól refulacyjnych wybrano ze względów ekonomicznych. Zniszczona zostanie najbardziej urokliwa część jeziora. Warto podkreślić, że to piękne, „dzikie” miejsce znajduje się w odległości zaledwie 300 metrów od centrum miasta. W opinii Urzędu Morskiego inwestycje te są bezpieczne ekologicznie, a okolica nie straci walorów krajobrazowych. Natomiast w uchwale Rady Miasta z 28 kwietnia 2003 r. w sprawie „miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego miasta na obszarze jeziora Dąbie, w rejonie Wyspy Radolin, Kanału Wydrnik i Przesmyku Orlego” w rozdziale dotyczącym ustaleń ekologicznych w p.4. wyraźnie zapisano: „Zakaz składowania refulatu kwalifikowanego jako odpad



niebezpieczny”. Widzimy tu wyraźną sprzeczność. Problemy z zagospodarowaniem refulatu występują od lat, mimo że przeważająca część urobku może i powinna być wykorzystywana w budownictwie. Portowe osady denne w postaci refulatu, około 270 tys. m<sup>3</sup> rocznie, powinny być wykorzystywane w rejonie Szczecina przede wszystkim do prac ziemno-budowlanych, polegających na: podwyższeniu powierzchni terenów przyportowych do przyszłego wykorzystania tych terenów w celach budowlanych uzdatnianiu słabego podłoża gruntowego zbudowanego w wierzchniej warstwie z gruntów organicznych (namulów, torfów), poprzez ich okresowe przeciążenie nasypem.



Rys. 1. Przystanie żeglarskie, plaże i umiejscowienie pól refulacyjnych

- b) Zanieczyszczenie wód jeziora. Odra Wschodnia, nazywana Regalicą, przepływa przez prawobrzeżne dzielnice Szczecina i wpływa do Jeziora Dąbie. Wody Odry, umiarkowanie zanieczyszczone powyżej Szczecina są silnie degradowane w granicach miasta. Oczyszczone tylko w sposób mechaniczny ścieki z rozbudowujących się dzielnic prawobrzeża są poważnym obciążeniem dla wód Regalicy. Silnie zanieczyszczona Regalica wywiera wyraźny, negatywny wpływ na jakość wód zasilanego przez nią Jeziora Dąbie [Raport o



stanie środowiska..., 2001]. Duże znaczenie dla czystości wód jeziora ma również rzeka Płonia. Poniżej dzielnicy Dąbie stan sanitarny wody dyskwalifikuje jej jakość.

## WNIOSKI

1. Unikatowe bogactwo środowiska przyrodniczego Szczecina i jego okolic stanowi ciągle niedoceniane walory regionu.
2. Podpisanie przez Polskę międzynarodowych aktów prawnych w dziedzinie ochrony środowiska zobowiązuje nasze państwo do ich przestrzegania.
3. Dla poprawy atrakcyjności miasta niezbędne jest intensywniejsze wykorzystanie dla celów turystycznych naturalnych akwenów Międzyodrza, Jeziora Dąbie i Zalewu Szczecińskiego. Wymaga to jednak znacznie lepszego zagospodarowania terenów przybrzeżnych.
4. Usytuowanie na Jeziorze Dąbie pól refulacyjnych dla najbardziej zanieczyszczonego urobku z pogłębiania basenów portowych stanowi bardzo poważne zagrożenie dla zachowania jego walorów przyrodniczych.

## LITERATURA

- BORÓWKA R. in., 2002: Przyroda Pomorza Zachodniego, Oficyna IN PLUS, Szczecin.
- MIESZKOWSKA K., 1996: Ekologiczny system zieleni miejskiej w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego Szczecina, Forum Środowiskowe, Szczecin.
- MIKOŁAJSKI J., 1966: Geografia województwa szczecińskiego, PWN, Poznań.
- Raport o stanie środowiska w województwie zachodniopomorskim w roku 2001 oraz w latach 1995–1996, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Szczecin 1997 i 2002.
- Szczeciński Serwis Samorządowy, Zagospodarowanie przestrzenne, [www.um.szczecin.pl](http://www.um.szczecin.pl).

*Marek Borkowski, Gabriela Mrozińska, Julita Szutowicz*

Katedra Geotechniki, Politechnika Szczecińska

## MOŻLIWOŚCI ZAGOSPODAROWANIA WYSPY GRODZKIEJ W SZCZECINIE W ASPEKcie WARUNKÓW GEOTECHNICZNYCH MIĘDZYODRZA

### THE POSSIBILITIES OF GRODZKA ISLAND IN SZCZECIN LAND DEVELOPMENT IN THE ASPECT OF INTERRIVER SITE GEOTECHNICAL CONDITIONS

**Słowa kluczowe:** Wyspa Grodzka, tereny rekreacyjne, tereny nadrzeczne, warunki geotechniczne, fundamentowanie.

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono atrakcyjną możliwość zagospodarowania Wyspy Grodzkiej w Szczecinie, niegdyś centrum sportów wodnych. W oparciu o charakterystykę geologiczną terenu i rozpoznane właściwości geotechniczne podłoża budowlanego, dokonano wstępnej oceny trudności technicznych, związanych z posadowieniem planowanych obiektów w tym rejonie.

**Key words:** Grodzka Island, recreation area, riverside land, geotechnical conditions, foundations.

**Summary:** This paper presents an attractive way of development of Grodzka Island in Szczecin, which was used as a recreation water sport centre in the past. Moreover, based on geological characteristic and analysis of the soil substratum features, an initial assessment of technical difficulties related to foundations of planned objects in the area has been included.

## WSTĘP

Niezwykłe walory środowiska przyrodniczego, a zwłaszcza bogactwo zieleni i wód śródlądowych, stanowią ciągle nierealizowaną szansę rozwojową Szczecina. Widoczna w ostatnich latach dekonstrukcja w gospodarce morskiej, nie tylko w Polsce, ale i na całym świecie, być może paradoksalnie zwróci naszą uwagę na fakt, że region Szczecina to nie tylko port i stocznie, ale doskonałe miejsce na rozwój rekreacji i turystyki wodnej. Powoli dają się zauważyć zmiany w świadomości szczecińskiej społeczności. Jednym z pięciu najważniejszych celów, przedstawionych w Strategii Rozwoju Szczecina do 2015 r., jest ochrona oraz wykorzystanie walorów przyrodniczych, a także rewitalizacja i rozwój przestrzeni miejskiej. Coraz częściej pisze się i mówi o konieczności szczególnej i skutecznej ochrony obszarów cennych



przyrodniczo w oparciu o standardy UE. Do takich miejsc zaliczyć można przede wszystkim Jezioro Dąbie i całe Międzyodrze, które powinno stać się ekologicznie bezpiecznym miejscem rekreacji i turystyki. Pojawiają się śmiałe plany ożywienia terenów nadodrzańskich i odtworzenia powiązań miasta z rzeką. Pomysłów jest dużo.

## PROJEKTY REWITALIZACJI TERENÓW NADWODNYCH

Plany rozwojowe portu szczecińskiego zakładają przeobrażenie dużych, do tej pory niewykorzystanych zasobów terenowych Międzyodrza (m.in. Ostrów Grabowski, Ostrów Mieleński, Półwysp Katowicki) i wybudowanie tam nowych baz. Szczególny nacisk kładzie się na powstanie centrum logistycznego. Jednocześnie port będzie wycofywał się z terenów najstarszych, które nie spełniają wymagań nowoczesnego portu, a ich utrzymanie jest drogie. W ramach projektu Waterfront [Borkowski, Mrozińska, Szutowicz, 2001; Materiały informacyjne ZMPS-Ś S.A., 2001] w 2000 r. opracowano dla rejonu Łasztowni kilka koncepcji zagospodarowania terenu. Planuje się, że teren ten będzie przekształcony na tereny portowo-miejskie. Są możliwości pozyskania na ten cel funduszy z UE. Zakłada się pozostawienie niektórych urządzeń portowych, np. starych dźwigów na Nabrzeżu Starówka, a także wyposażenie terenu w obiekty małej architektury, szczególnie związane ze specyfiką portową (kotwice, maszty, stare łodzie). Pojawiła się koncepcja wykorzystania zabudowań starej zabytkowej rzeźni miejskiej na sale wystawowe, hale targowe, warsztaty rzemieślnicze. Bardzo ciekawym pomysłem, który ma duże szanse na realizację, jest Muzeum Morskie zlokalizowane na Nabrzeżu Starówka i w starych magazynach portowych.

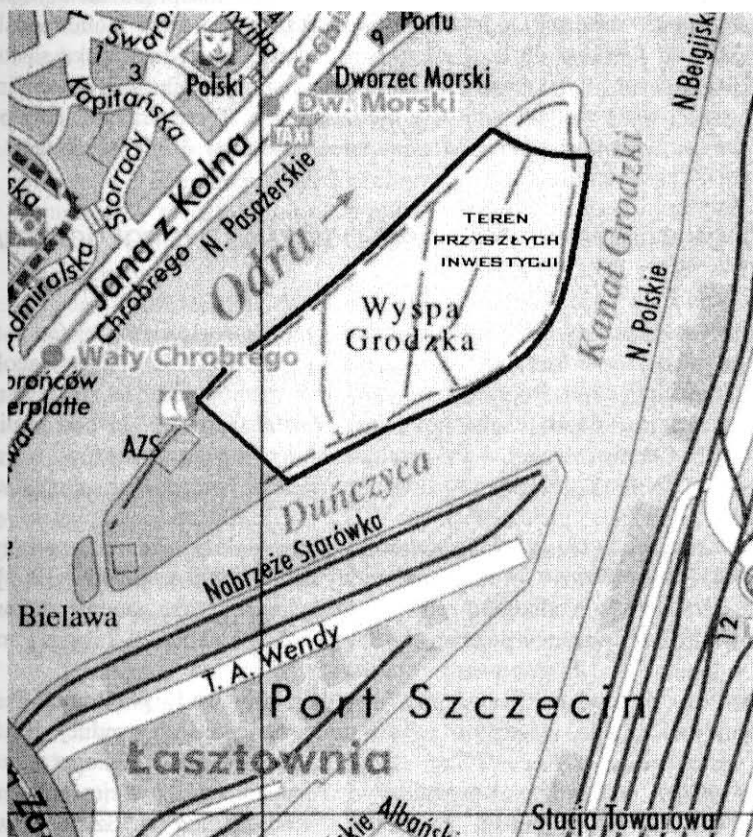
Przeobrażeniu mogłaby ulec również, sąsiadująca z Łasztownią, Wyspa Grodzka, położona naprzeciw Wałów Chrobrego. Z uwagi na swoje położenie powinna stać się równie reprezentacyjna jak Łasztownia. Plany perspektywiczne przewidują połączenie jej mostem zwodzonym z Łasztownią, zbudowanie na niej mariny, centrum kongresowego i wystawienniczego [Materiały informacyjne ZMPS-Ś S.A., 2001]. Impulsem do szybkiego rozwoju tej części miasta może być decyzja o przyznaniu Szczecinowi praw do organizacji finału regat The Tall Ships' Races 2007. To prestiżowe wydarzenie może stać się szansą na budowę nowoczesnej infrastruktury rekreacyjno-kulturalnej w tej części miasta.

## WYSPA GRODZKA

### Położenie i historia wyspy

Jest to wyspa na Odrze Zachodniej w dzielnicy Śródmieście, o powierzchni około 15 ha. Położona naprzeciwko Wałów Chrobrego, ograniczona jest od południa Duńczycą, a od wschodu Kanałem Grodzkim (rys. 1). W czasach średniowiecznych, gdy była jeszcze fragmentem dużej wyspy odrzańskiej Ostrowa Grabowskiego, nosiła nazwę „Łąki Rzeźników” – od rzeźników dokonujących tam uboju bydła na potrzeby miasta. Od końca XVIII wieku Wyspę Grodzką zaczęto wykorzystywać do celów

przemysłowych. W roku 1784 założono tam kuźnię, która wytwarzała kotwice okrętowe. W XIX wieku kuźnia przekształciła się w całkiem duży zakład produkujący kotwice i wyposażenie żelazne statków. Funkcjonował on do początku XX wieku [Bialecki i Turek-Kwiatkowska, 1991].



Rys.1. Wyspa Grodzka w Szczecinie

Tereny wyspy na początku XX w. i w okresie międzywojennym były wykorzystywane głównie na cele sportowe i rekreacyjne. W 1931 r. na Wyspie Grodzkiej miało siedzibę co najmniej 8 klubów wioślarskich [Plan miasta..., 1931]. Przystań wioślarską i reprezentacyjną siedzibę miał tu najstarszy klub Germania (rok powstania 1879). Począwszy od 1881 r. wielkie kluby wioślarskie urządzały regaty, ściągające tłumy widzów. Rozwijało się także żeglarstwo, którego początki także przypadają na lata siedemdziesiąte XIX w., a w 1925 r. rozpoczął działalność pierwszy klub motorowodniaków.

## Współczesne wykorzystanie Wyspy Grodzkiej

Podczas ostatniej wojny zabudowania na Wyspie Grodzkiej uległy znacznemu zniszczeniu. Podobnie jak w przeszłości wyspa nadal nie jest dostępna z lądu – oprócz stałej przeprawy motorowodnej. Jest nieuzbrojona (nie ma prądu elektrycznego). W południowej części wyspy znajdują się zabudowania sportowe klubu wioślarskiego AZS, jednakże w porównaniu z przedwojenną infrastrukturą niemiecką są to żałosne resztki. Po wojnie nie było tu nowych inwestycji sportowych ani rekreacyjnych. Na pozostałej części wyspy znajdują się ogrody działkowe. Teren przewidziany pod nowe inwestycje sportowe rekreacyjne, to właśnie teren ogródków działkowych (rys. 1).

## OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNA I HYDROLOGICZNA REJONU WYSPY GRODZKIEJ

Wyspa Grodzka leży w obrębie równiny rzeczno-rozlewiskowej Odrzy. Budowa geologiczna wyspy jest nieskomplikowana i nie odbiega od budowy geologicznej całego Międzyodrza. Począwszy od powierzchni terenu, podłoże zbudowane jest z utworów czwartorzędowych wieku holoceniowego: nasypów (N) a pod nimi osadów akumulacji bagienno-rzecznej, wykształconych w postaci torfów i namulów organicznych T, Nm ( $Q_h$ ), o znacznych miąższościach. Poniżej tych warstw występują osady rzeczne wieku plejstoceniowego  $fQ_p$ , wykształcone w postaci piasków, przeważnie drobnych. Strop tych utworów, które należy uznać za grunty nośne, występuje w rejonie Wyspy Grodzkiej na rzędnych 7-9 m p.p.m. [Kiereś, 1969]. Głębiej zalega warstwa osadów wodnolodowcowych  $fgQ_p$  (piaski grube, średnie, a nawet żwiry i pospółki). Strop tej warstwy pojawia się na głębokości około 20-25 m p.p.m., a spąg około 35 m p.p.m.

W podłożu budowlanym występują dwa poziomy wody gruntowej. Pierwszy o swobodnym zwierciadle występuje w warstwie nasypów na rzędnej zbliżonej do poziomu lustra wody w rzece Odrze. Drugi poziom stwierdzono na rzędnej stropu warstwy piasków, pod gruntami organicznymi. Jest to woda o zwierciadle napiętym, stabilizującym się nieco poniżej zwierciadła wody w rzece [Szczegółowa Mapa Geologiczna..., 1982].

Wahania roczne zwierciadła wody w Odrze uzależnione są w dużej mierze od stanów wody w Zalewie i sięgają 1 m. Średni stan roczny zwierciadła wody utrzymuje się na poziomie 0,08-0,12 m n.p.m. Teren wyspy osiąga rzędne ok. 0,5-1,5 m n.p.m. W okresach wysokich poziomów wody w rzece lub cofki od Zalewu teren ten może być lokalnie podtapiany.

## GEOTECHNICZNA OCENA PODŁOŻA WYSPY GRODZKIEJ

W podłożu wydzielono następujące warstwy geotechniczne [Kiereś, 1979]:

- nasyp (N) – budowa nasypu jest podobna jak na sąsiedniej Łasztowni. W skład warstwy nasypowej wchodzi grunty mineralne: piaski zaglinione, piaski



gliniaste, gliny piaszczyste. Średnie miąższości od 4 do 6 m. W większości są to nasypy niekontrolowane, stąd też ich jakość z punktu widzenia wytrzymałości jest wątpliwa;

- torfy i namuły (T i Nm) – są to grunty nienośne i bardzo ściśliwe. Należą do grupy dobrze lub średnio rozłożonych. W rejonie Wyspy Grodzkiej ich miąższość wynosi 4-5 m, a więc jest mniejsza niż w innych rejonach Międzyodrza. Ma to związek z nasypami o dość znacznej miąższości w tym rejonie. Zauważa się bowiem zależność odwrotnej proporcjonalności między miąższością nasypów, a miąższością gruntów organicznych;
- piaski rzeczne i wodnolodowcowe – w stropie warstwy zalegają osady o drobniejszej granulacji (piaski drobne i pylaste), średnio zagęszczone, często zamulone. W głębszych partiach przechodzą do utworów o grubszej granulacji (piaski średnie i grube, a także żwiry i pospółki i coraz bardziej zagęszczonych).

Na Wyspie Grodzkiej nie wykonano zbyt wielu otworów wiertniczych [Kiereś, 1969]. Jednakże budowa jej podłoża jest znana i nieskomplikowana, co nie oznacza, że warunki geotechniczne są tu łatwe. Za nośne grunty można uznać dopiero warstwę piasków, znajdujących się w tym rejonie na głębokości 7-9 m p.p.m. Grunty organiczne należy traktować jako nienośne, chociaż ich parametry są na pewno lepsze niż gruntów organicznych nieskonsolidowanych, występujących w innych rejonach Międzyodrza. Z uwagi na dużą niejednorodność nasypów i duży rozrzut parametrów tej warstwy, należy potraktować ją jako słabonośną.

Według rejonizacji geologiczno-inżynierskiej [Szczegółowa Mapa Geologiczna..., 1982] Wyspę Grodzką należy zaliczyć do rejonów o warunkach utrudniających budownictwo z uwagi na:

- a) występowanie niekontrolowanych nasypów,
- b) występowanie słabych gruntów organicznych o dość znacznych miąższościach,
- c) płytko występujące zwierciadło wody gruntowej,
- d) podtapianie terenu podczas powodzi i cofek.

Podsumowując należy stwierdzić, że budowa podłoża z uwagi na wymogi fundamentowania jest niekorzystna. Realizacja planowanych inwestycji wymagać będzie znacznych nakładów finansowych. Stworzenie na wyspie nowoczesnej infrastruktury wymaga, bowiem:

- a) podwyższenia terenu powyżej rzędnej 1,6 m n.p.m. z uwagi na niebezpieczeństwo podtapiania wyspy. Zastosowanie kontrolowanych nasypów znacznie poprawiłoby parametry podłoża i relatywnie obniżyło poziom zwierciadła wody gruntowej w stosunku do powierzchni terenu. Wymaga to jednak czasu, a więc i wcześniejszego planowania takich robót. Mógłby tu być wykorzystany urobek z pogłębiania kanałów portowych, ale wyselekcjonowany, nie zawierający zanieczyszczeń substancjami niebezpiecznymi. Zauważa się, że urobek pochodzący z pogłębiania, jest coraz bardziej zanieczyszczony i pod znakiem zapytania staje możliwość jego zastosowania na Wyspie Grodzkiej. Z jednej strony, bowiem następuje coraz większa rzeczywista degradacja środowiska, a z drugiej strony – obowiązuje



nowa ustawa o odpadach [DzU. nr 62, poz. 628], która nakazuje nam stosowanie ostrzejszych kryteriów prawa europejskiego w tej dziedzinie. W przypadku wykorzystania urobku na wyspie konieczny byłby stały monitoring refulowanego materiału;

- b) zastosowania fundamentowania pośredniego przy budowie nabrzeży, pomostów i innych obiektów. Przy projektowaniu tego typu fundamentów liczyć się należy bowiem z prowadzeniem robót poniżej zwierciadła wody gruntowej, która zawierać może dodatki działające szkodliwie na beton. Posadowienie bezpośrednie może być zastosowane tylko dla obiektów o niewielkim znaczeniu, przekazujących bardzo małe obciążenie na podłoże.

## WNIOSKI

1. Unikatowe bogactwo środowiska przyrodniczego Szczecina i jego okolic stanowi ciągle niewystarczająco wykorzystany potencjał regionu.
2. Zrównoważony rozwój terenów nadwodnych jest korzystny dla całego miasta. Na prace określone jako rewitalizacja starych terenów portowych i przekształcanie ich na tereny miejskie będzie można starać się o fundusze unijne.
3. Budowa geologiczna Wyspy Grodzkiej jest dobrze znana i nieskomplikowana, lecz niekorzystna dla robót fundamentowych.
4. Występowanie trudnych warunków geotechnicznych stwarza poważne ograniczenia i utrudnienia dla rozwoju przestrzennego i gospodarczego wyspy Grodzkiej i innych terenów Międzyodrza (np. Łasztowni). Inwestycje budowlane na takich terenach wymagają drogiej metod fundamentowania. Stąd może do tej pory słabe zainteresowanie inwestorskie tymi obszarami.
5. Bardzo korzystne byłoby podwyższenie rzędnej terenu poprzez składowanie tutaj niezanieczyszczonego substancjami niebezpiecznymi refulatu, zanim przystąpi się do ostatecznego zagospodarowania terenu. Jest to jednak proces długotrwały, wymagający planowania perspektywicznego i ciągłości, co wynika z technologii wykonywania nasypów i czasu konsolidacji podłoża organicznego.

## LITERATURA

- BIAŁECKI T., TUREK-KWIATKOWSKA L., 1991: Szczecin stary i nowy, Szczecińskie Towarzystwo Kultury, Szczecin.
- BORKOWSKI M., MROZIŃSKA G., SZUTOWICZ J., 2001: Program Waterfront w świetle geotechnicznych uwarunkowań Międzyodrza, IX Seminarium Naukowe „Regionalne Problemy Ochrony Środowiska w Ujściu Odry”, Rugia, 8-10 czerwiec 2001.
- KIEREŚ W., 1969: Geotechniczne warunki zabudowy portu szczecińskiego, Zeszyty Naukowe Politechniki Szczecińskiej, Nr 109, Budownictwo nr 8, Szczecin.

KIEREŚ W., 1979: Utwory dna doliny dolnej Odry w rejonie Szczecina i ich charakterystyka geotechniczna, Prace Naukowe Politechniki Szczecińskiej, Instytut Inżynierii Wodnej, nr 97, Szczecin.

Plan Miasta Szczecina z 1931 roku.

Port Szczecin – Świnoujście. Wizja rozwoju do roku 2015. Materiały informacyjne wydane przez ZMPS-Ś S.A., Szczecin, marzec 2001.

Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski, Arkusz Szczecin (228), 1:50000, wraz z objaśnieniami, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, 1982.

Ustawa o odpadach z 27 kwietnia 2001 r., DzUNr 62, poz.628 wraz z późniejszymi zmianami.





**Tadeusz Chrzan**

Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski

## WPŁYW JAKOŚCI ZASTOSOWANEGO MELAFIRU NA STAN JEZDNI AUTOSTRADY

### THE INFLUENCE OF QUALITY OF APPLICAL MELAPHYRE ON THE CONDITION OF HIGHWAY SURFACE

**Słowa kluczowe:** jakość melafiru, grysy, skały zwięzłe, autostrady.

**Streszczenie:** Warstwę wierzchnią autostrady na odcinku Konin-Września wykonywano w okresie od lipca do listopada 2001 r. Po okresie zimowym, wiosną 2002 r. na jezdni zaobserwowano wyraźne ślady złuszczenia i zwietrzenia. W sierpniu 2002 r. stwierdzono, że liczba ziaren zwietrzałego grysłu zwiększyła się, a niektóre ziarna utraciły swą zwartość i rozsypały się. W 2003 r. w miesiącach wrzesień – listopad z podanego wyżej powodu, który zagrażał bezpieczeństwu jazdy pojazdów wykonano remonty częściowe na wykonanej autostradzie w ilości 1600 m<sup>2</sup>. W referacie przedstawiono wykonaną zgodnie z Polskimi Normami analizę jakościową parametrów fizycznych i wytrzymałościowych gryslu wykonanych ze złoża melafiru oraz ocenę ich wpływu na stan jezdni autostrady.

**Key words:** quality of melaphyre, crushed gravel, compactly rocks, motor-way.

**Summary:** The motor-way was realized from 1.07.2001 until 31.11.2001 year between Konin and Września. After winter, in the spring 2001 year on the surface motor-way was observed it exfoliated and degraded. In the August 2001 year number of granule crushed gravel to growed larger and some granule crushed gravel was disintegrated. For its, from 1.09.2003 until 31.11.2003 year was realized repair 1600 s.m. motor-way. In this paper described qualitative analysis properties of crushed gravel of melaphyre and them influence on the surface motor-way.

## STAN OBECNY

Warstwę wierzchnią autostrady na odcinku Konin-Września wykonywano w okresie od lipca do listopada 2001 r. Do wykonania warstwy zastosowano kruszywo granulowane z kopalni melafiru Grzędy i Borówno o średnicy od 0-20 mm, które połączono asfaltem modyfikowanym. Wykonana warstwa wiążąca betonu asfaltowego badana na próbkach melafiru pobranych z wykonanej autostrady spełnia wymagania

normowe. Zgodne z normą była też badana wielkość przyczepności asfaltu do grys melafirowego [Wyniki badań TPA..., 2001].

Po okresie zimowym, wiosną 2002 r. na jezdni zaobserwowano na dużych ziarnach grys melafirowego wyraźne ślady złuszczenia i zwińtrzenia.

W sierpniu 2002 r. stwierdzono że liczba ziaren zwińtrzałego grys zwiększyła się a niektóre ziarna utraciły swą zwartość i rozsypały się [Opinia o przyczynach uszkodzenia..., 2001].

W 2003 r. w miesiącach wrzesień – listopad z podanego wyżej powodu, który zagrażał bezpieczeństwu jazdy pojazdów wykonano remonty cząstkowe na wykonanej autostradzie w ilości 1600 m<sup>2</sup>.

W referacie przedstawiono wykonaną zgodnie z Polskimi Normami analizę jakościową parametrów fizycznych i wytrzymałościowych grysów ze złoża melafiru oraz ocenę ich wpływu na stan jezdni autostrady.

## **ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ KRUSZYWA POD KĄTEM ICH ZGODNOŚCI Z WYMAGANIAMI NORMOWYMI**

### **Warunki transportu**

Grysy dostarczone były z kopalni melafiru Borówno i Grzędy transportem kolejowym do bazy budowy Strzałkowo gdzie składowane były na nieutwardzonym gruncie. W bazie wytwarzano beton asfaltowy i dowożono samochodami do miejsca jego wbudowania na autostradzie.

### **Polska Norma, Kamień do budowania i drogownictwa, PN-84/B-01080**

Polska Norma opisuje melafir, że jest to skała magmowa wylewna, o strukturze porfirowej, teksturze bezładnej. Skałę tę budują plagioklasy pirokseny, oliwin, tlenki żelaza i magnezu. Według tej normy melafir może być stosowany na kruszywa drogowe natomiast nie zaleca ona stosowania melafiru jako mączek i wypełniaczy (mączki poniżej średnicy 0,075 mm). Norma podaje, że wytrzymałość na ściskanie melafiru wynosi od 80 do 200 MPa co świadczy, że z niego można otrzymywać kruszywo klasy I i II.

### **Polska Norma, Surowce skalne lite do produkcji kruszyw łamanych stosowanych w budownictwie drogowym (badania dla skał), PN-B-11110**

Dzieli ona surowce skalne na klasy I, II, III. Klasa pierwsza ma najwyższe parametry a pozostałe coraz niższe i tak:

- a) wytrzymałość na ściskanie próbki mokrej minimum: kl. I-120 MPa, kl. II-80 MPa, kl. III-60Mpa,
- b) nasiąkliwość maksimum: kl. I-0,5%, kl. II-1,5%, kl. III-2,5%,
- c) mrozoodporność (ubytek masy) maksimum: kl. I-2%, kl. II-4%, kl. III-10%,
- d) ścieralność w bębnie Los Angeles: kl. I-25%, kl. II-35%, kl. III-45%,



e) wytrzymałość na miazdzenie: kl. I-10%, kl. II-14%, kl. III-16%.

Podane badania należy wykonywać w ramach badań pełnych i niepełnych. Badania pełne wykonuje właściciel złoza raz na 5 lat jego eksploatacji. Badania niepełne wykonuje się nie rzadziej niż raz w roku oraz przy każdej zmianie jakości surowca w złożu. Norma mówi, że surowiec skalny lity należy uznać za zgodny z wymaganiami normy jeżeli wszystkie wyniki badań są zgodne z podanymi w normie. Materiały do warstwy ścieralnej z betonu asfaltowego i ruchu ciężkiego KR6 powinny być wykonane ze skał magmowych klasy I i gatunku I. Z analizy normy PN-84/B-01080 wynika, że melafir ma wytrzymałość na ściskanie od 80 do 200 MPa czyli część grysu melafirowego może nie spełniać wymagań dotyczących ruchu ciężkiego na autostradzie kategorii KR6, ponieważ nie spełnia on wymagań dla klasy I.

### **Polska Norma, PN-B-11112. Kruszywa łamane do nawierzchni drogowych (badania dla grysów)**

Według tej normy bada się skład ziarnowy grysów.

Zawartość podziarna dla grysu 2/6,3 mm; kl. I-15%.

Zawartość podziarna dla grysu 6,3/20; kl. I-10%, (5/8-3,0%; 8/11-2,3%; 11/16-2,0; 16/25-4,8%).

Zawartość nadziarna kl. I-8%, (5/8-1,2%; 8/11-2,3%; 11/16-3,6%).

Zawartość frakcji podstawowej.

Grys 2/6,3 mm, kl. I-80%; kl. II-80%.

Grys 6,3/20 mm, kl. I-85%; ( 5/8-95,8; 8/11-95,6; 11/16-94,4; 16/25-95,2%).

Zawartość ziaren nieforemnych kl. I-25%, (5/8-11,6%; 8/11-11,4%; 11/16-13,8%; 16/25-5,4%).

Dla mieszanki drobnej granulowanej (0,075-4,0 mm):

- Zawartość frakcji (2-4) mm powyżej 15% (28,7%).
- Zawartość nadziarna max – 15% (8,6%).
- Wskaźnik piaskowy większy niż 65% (71%).

Zawartość składu ziarnowego zastosowanych grysów jest zgodna z wymogami dla klasy I. W nawiasach podano wyniki badań [4] wg TPA.

### **Polska Norma PN-61/S-96504. Wypełniacz kamienny do mas bitumicznych**

Według tej normy wypełniaczem jest mączka kamienna pochodząca ze skał wapiennych. Powinna ona zawierać min. 90%  $\text{CaCO}_3$  wyprodukowana ze skał wapiennych bez przerostów i ilów. Skład granulometryczny powinien być następujący: (w nawiasach podano wyniki badań wg TPA, 2001):

przechodzi przez sito o średnicy D w mm

- $D=0,180=100\%$ , (100%),
- $D=0,150>95\%$ , (99,5%),
- $D=0,075>80\%$ , (94,3%).

Wskaźnik emulgacji nie powinien być większy niż 0,40. Wypełniaczem była mączka kamienna z Tarnowa Opolskiego.

## Polska Norma PN-S-96025. Nawierzchnie asfaltowe

Norma ta podaje następujące wymagania dla gryków:

- ścieralność, kl. I  $\leq 25\%$ , ( 5/8-12,5; 8/11-11,8; 11/16,16/25-17,7%),
- nasiąkliwość, kl. I  $\leq 1,5\%$ , ( 5/8-0,3; 8/11-0,2; 11/16,16/25-0,3%),
- mrozoodporność, kl. I  $\leq 2,5\%$ , ( 5/8,8/11,11/16,16/25-0,2% ).

W nawiasach podano wyniki badań wg TPA [2001]. Wszystkie grysy w poszczególnych klasach wymiarowych podanych w milimetrach mieszczą się wartościami swoich parametrów w I klasie jakości. Uziarnienie mieszanki mineralno-asfaltowej (MMA) do kategorii KR6 i warstwy ścieralnej powinno być następujące w (nawiasie jest):

przechodzi przez sito # mm	zawartość procentowa %
25	100-100
20 (95,1)	88-100
16 ( 82,2)	78-100
12,8 ( 74,9)	68-85
9,6 ( 65,2)	59-74
8,0 ( 59,8)	54-67
6,3 ( 51,6)	48-60
4,0 ( 43,1)	39-50
<b>2,0 (28,6)</b>	29-38
ziarna > 2,0	62-71
<b>0,85 ( 17,3)</b>	20-28
<b>0,42 ( 11,7)</b>	13-20
<b>030 ( 9,8)</b>	10-17
0,18 ( 7,90)	7-12
0,15 ( 7,4 )	6-11
0,075 ( 6,4 )	5-7

Zawartość asfaltu w MMA, 4,5-5,6%, (4,6), [wg PN-S-96025; 2000]. Dane w nawiasach z 233.030 m autostrady kierunek Konin [Wyniki badań TPA..., 2001]. Tylko frakcje 2,0; 0,85; 0,42; 0,30; ilościowo nieznacznie odbiegają od wymagań normowych.

Według PN-S-96025; [2000] właściwości warstwy ścieralnej oraz MMA (zmieszanej masy mineralnej z asfaltem) dla ruchu ciężkiego KR6 powinny być następujące:

- moduł sztywności  $\geq 14$ ,
- stabilność próbek wg Marshalla  $\geq 10$  (2 x 75 uderzeń bijaka), (18,3),
- wolna przestrzeń w próbkach od 2 do 4%, (3,9%),
- wypełnienie wolnej przestrzeni od 78-86%, ( 74,1%),
- grubość układanej warstwy MMA o uziarnieniu od 0-20 mm, wynosi od 5 do 7 cm, (6,2 cm),
- wskaźnik zagęszczenia warstwy  $\geq 98\%$  ( 98,7%),
- wolna przestrzeń w warstwie od 3 do 5% ( 5,1%)

W nawiasach podano wyniki badań wg TPA [2001]. Tylko wypełnienie wolnej przestrzeni jest ok. 4% niższe niż wymagane co może mieć wpływ na magazynowanie wody w warstwie betonu asfaltowego w okresie zimowym a następnie jego kruszeniu podczas jej zamarzania.

### **Polska Norma PN-84/B-06714/22. Oznaczanie przyczepności bituminów**

Przeprowadza się badania przyczepności bituminów (zastosowanego asfaltu) do kruszywa o frakcji 4/6,3; 6,3/10; 10/12,5 mm. Przyczepność do bituminów powinna być większa niż 80%. Według badań TPA [2001] dla frakcji: 5/8, 8/11, 11/16, 16/25 - wynosiła 93%.

## **ANALIZA PRZYCZYN ZMNIEJSZENIA SIĘ WYTRZYMAŁOŚCI ASFALTU BETONOWEGO NA AUTOSTRADZIE A-2 W WARSTWIE JEZDNI**

W złożu melafiru Borówno występują silne, rozwinięte procesy wietrzenia i utleniania o czym świadczy 21% odpadu składowanego na zwalach. Do budowy autostrady stosowano następujące asortymenty kamienia: mieszanka 0/31,5 mm; grys: 2/5 mm, 5/8 mm, 8/11 mm, 11/16 mm, 16/22 mm, kliniec 4/31,5 oraz piasek łamany 0/2 mm o frakcji 0,075 do 2,0 mm. Wszystkie asortymenty powinny być klasy I i gatunku I-szego. Wyniki badań [4] podane przez TPA w Poznaniu spełniają wymagania dla klasy I i gatunku I.

Według badań austriackich [Badania skał..., 2002] wykonanych rok po zakończeniu budowy autostrady stwierdzono, że wytrzymałość na ściskanie melafiru wynosi od 80,4 MPa czyli potwierdza to wielkość podaną w Polskiej Normie a tym samym potwierdza, że z melafiru o takiej wytrzymałości można produkować kruszywo tylko klasy II.

Opracowanie to [Badania skał..., 2002] podaje, że przydatność melafiru w złożu Borówno do wierzchnich warstw autostrady wynosi ok. 10% całego złoża (klasa I, gatunek I). Powołuje się przy tym na dokumentację geologiczną tego złoża, z której wynika, że 6% skał odpowiada klasie I, 62% klasie II a 22% klasie III. Wynika też z tego wniosek, że nie można z tego złoża produkować wszystkich asortymentów kruszyw w klasie I i gatunku I. Tym bardziej, że kopalnia Borówno nie prowadzi kontroli jakości i planów związanych z wydobyciem surowca ze ściśle określonego rejonu kopalni pod szczególną kontrolą zapewniającą wydobycie surowca klasy I, z którego tylko można otrzymać kruszywo w klasie I i gatunku I.

Z wydobycia surowca melafirowego [Operat ewidencyjny..., 2001] w 2001 r. widać wyraźnie, że wydobycie prowadzone było na różnych poziomach w różnych miejscach złoża. Świadczy to, że produkcja obejmowała również asortymenty o różnych parametrach jakościowych. Tak beładnie prowadzona produkcja pomimo pozytywnych wyników badań kruszywa nie gwarantowała rzeczywistych parametrów kruszywa w klasie I i gatunku I., co potwierdza fakt wystąpienia uszkodzeń na jezdni autostrady.



Nadmieniam też, że w pracy [Chrzan, 1997], na długo przed powstaniem rozpatrywanego problemu, autor podaje, że melafiry służą do produkcji kruszywa łamanego klasy I i II.

## WNIOSKI

1. Dane z Polskich Norm jak i geologiczne wyniki badań zestawione w dokumentacji geologicznej dyskwalifikują złożę melafiru jako złożę, z którego można otrzymać tylko kruszywo klasy I i gatunku I. Produkcja kruszywa z kilku aktualnie eksploatowanych miejsc złoża nie mogła zapewnić stałego uzyskiwania kruszywa klasy I i gatunku I, czego dowodem są zaistniałe uszkodzenia jezdni autostrady.
2. Wytrzymałość na ściskanie melafiru o wartości poniżej 120 MPa (wartości takie podaje Polska Norma i wyniki badań austriackich [4] zgodnie z PN-B-11110 Surowce skalne lite do produkcji kruszyw łamanych) powoduje, że z melafirów o tej wytrzymałości na ściskanie można otrzymać tylko kruszywa klasy II. Stosowanie takich kruszyw do budowy autostrady jest niezgodne z Polską Normą i może być powodem szybkiego zużycia warstwy górnej autostrady.
3. Grysy do warstwy górnej autostrady z betonu asfaltowego i dla ruchu ciężkiego KR6 powinny być wykonane ze skał magmowych klasy I i gatunku I, czego nie spełnia melafir jako kruszywo łamane granulowane.
4. Wypełnienie wolnej przestrzeni jest ok. 4% niższe niż wymagane w normie co może mieć wpływ na magazynowanie wody w warstwie wykonanego betonu asfaltowego w okresie zimowym a następnie jego kruszeniu podczas jej zamarzania.

## LITERATURA

- CHRZAN T., 1997: Autostrady i surowce do ich budowy. Politechnika Wrocławska, Wrocław.
- Badania skał, Czarny Bór, Polska; Wieden, Austria, 2002.
- Operat ewidencyjny dla kamieniołomu Borówno za 2001 r., Borówno 2002.
- Opinia o przyczynach uszkodzenia autostrady TPA w Poznaniu, Poznań 2002.
- PN-B-11112. 1996: Kruszywa łamane do nawierzchni drogowych (badania grysów).
- PN-B-11110. Surowce skalne lite dla produkcji kruszyw łamanych stosowanych w budownictwie drogowym (badania skał).
- PN-84/B-01080. Kamień do budowania i drogownictwa.
- PN-61/S-96504. Wypełniacz kamienny do mas bitumicznych.
- PN-S-96025. Nawierzchnie asfaltowe. Badanie mieszanek mineralnych i betonów asfaltowych.
- PN-84/B-06714/22. Oznaczanie przyczepności bituminów.
- Wyniki badań TPA w Poznaniu, Instytut Badań Technicznych, TPA, Poznań, 2001.

**Michał Drab**

Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski

## **HISTORIA EKSPLOATACJI KRUSZYWA NATURALNEGO ZŁOŻA DOBROSZÓW WIELKI KOŁO NOWOGRODU BOBRZAŃSKIEGO W WOJEWÓDZTWIE LUBUSKIM**

## **THE HISTORY OF NATURAL AGGREGATE EXPLOITATION FROM MINERAL DEPOSIT DOBROSZÓW WIELKI NEAR NOWOGRÓD BOBRZAŃSKI, LUBUSKIE VOIVODSHIP**

**Słowa kluczowe:** kruszywo naturalne, rekultywacja wyrobiska.

**Streszczenie:** Artykuł zawiera rys historyczny eksploatacji złoża kruszywa naturalnego „Dobroszów Wielki”. Wydobycie kruszywa w rejonie Nowogrodu Bobrzańskiego ma długą historię. Początkowo kruszywo wydobywano z dna rzeki Bóbr i z terenów bezpośrednio przyległych. Od roku 1963 rozpoczęto eksploatację złoża kruszywa „Dobroszów Wielki”. Eksploatacja trwała do lat siedemdziesiątych. Po zakończeniu wydobywania kopalin powstałe wyrobiska zrehabilitowano w kierunku rolnym. Ten kierunek rekultywacji nie był najlepszy. Prace rekultywacyjne wykonano niewłaściwie. Nowotworzone grunty posiadały bardzo niekorzystne dla roślin uprawnych właściwości. Naprawa tych właściwości wymaga poniesienia bardzo wysokich kosztów.

**Key Words:** natural aggregates, excavation reclamation.

**Summary:** The article includes historical outline of mining natural aggregate from Dobroszów Wielki Deposit. The aggregate output in Nowogród Bobrzański region has a long history. Initially the aggregate was being mined from the bottom of the Bóbr river and from the directly adjacent terrains. The mining of the Dobroszów Wielki Deposit was begun in 1963. The mining lasted up to the seventies. After the end of the mineral mining, the formed excavations were reclaimed in agricultural direction. This reclamation direction was not the best choice. The reclamation works were performed improperly. The new created grounds had very unfavorable properties for cultivated plants. Improvement of these properties needs to incur high expenditures.

### **WSTĘP**

Województwo lubuskie zasobne jest w kruszywo naturalne. Złoża kruszyw naturalnych reprezentowane są przez pospółki i żwiry, piaski budowlane, piaski do produkcji wyrobów sylikatowych, piaski szklarskie i podsadzkowe. Szczególnie



zasobne w różnego rodzaju kruszywo są doliny Nysy Łużyckiej (złóża Sanice, Bucze, Przewóz i Przewoźniki) oraz doliny Bobru i Kwisy [Dzioba i Wróbel, 1976; Wróbel, 1979; Kołodziejczyk, 1997]. Niemal całą dolinę Bobru wypełnia grube kruszywo budowlane – bardzo poszukiwane przez budownictwo. Większe udokumentowane złoża w dolinie Bobru to Wysoka I, Wysoka II, Krzystkowice, Nowogród Bobrzański, Dobroszów Wielki, Dobroszów Mały, Żagań I, Żagań II, Dziećmiarowice, Leszno Górne i inne. Część z tych złóż zostało już wyeksploatowanych. Wiele nowych złóż odkryto i będą one w niedalekiej przyszłości eksploatowane.

Nadkład złóż kruszywa stanowią mady reprezentowane przez piaski słabogliniaste, gliny lekkie, średnie i rzadziej gliny ciężkie. Niniejszy artykuł dotyczy złoża kruszywa „Dobroszów Wielki” zlokalizowanego w rejonie Nowogrodu Bobrzańskiego.

## KRÓTKA HISTORIA EKSPLOATACJI KRUSZYWA

Eksploatację kruszywa naturalnego w omawianym rejonie rozpoczęto w 1934 r. [Jonak, 1963]. W latach 1934-1962 wydobywanie prowadzono z koryta rzeki Bóbr i z terenów bezpośrednio przyległych. Strefa przybrzeżnej eksploatacji rozciągała się od Nowogrodu do wsi Popowice. W latach 1945-1949 wydobywanie kruszywa było przerwane. W kolejnych latach wydobywano średnio na rok około 100 tys. ton kruszywa. Kruszywo z tego terenu było wysokiej jakości. Dostarczano je na budowy w Warszawie, Nowej Hucie, Poznaniu, Szczecinie, zabezpieczało potrzeby województwa zielonogórskiego a także eksportowano je do byłego RFN.

Eksploatację kruszywa z koryta rzeki zakończono w roku 1962. Prace geologiczne i wiertnicze prowadzone w latach pięćdziesiątych wykazały duże zasoby bilansowe kruszywa w złożu „Dobroszów Wielki” (rys. 1). Obszar złoża wynosił około 100 ha, a zasoby oszacowano na 5,3 mln m<sup>3</sup>. Od 1963 r. rozpoczęto eksploatację tych zasobów, a wydobywanie trwało do lat siedemdziesiątych.

Dane Wojewódzkiego Biura Geodezji i Terenów Rolnych w Zielonej Górze [Dokumentacja..., 1973] wskazują, że na terenie złoża „Dobroszów Wielki” stwierdzano obecność mad brunatnych lekkich i średnich przeważnie płytkich i średnio głębokich. Były to gleby uprawne najczęściej zaliczane do klas bonitacyjnych IV i V oraz użytków zielonych klasy 2z. Wśród nich tylko na małych skrawkach występowały gleby zaliczane do klasy IIIa i IIIb (rys. 2).

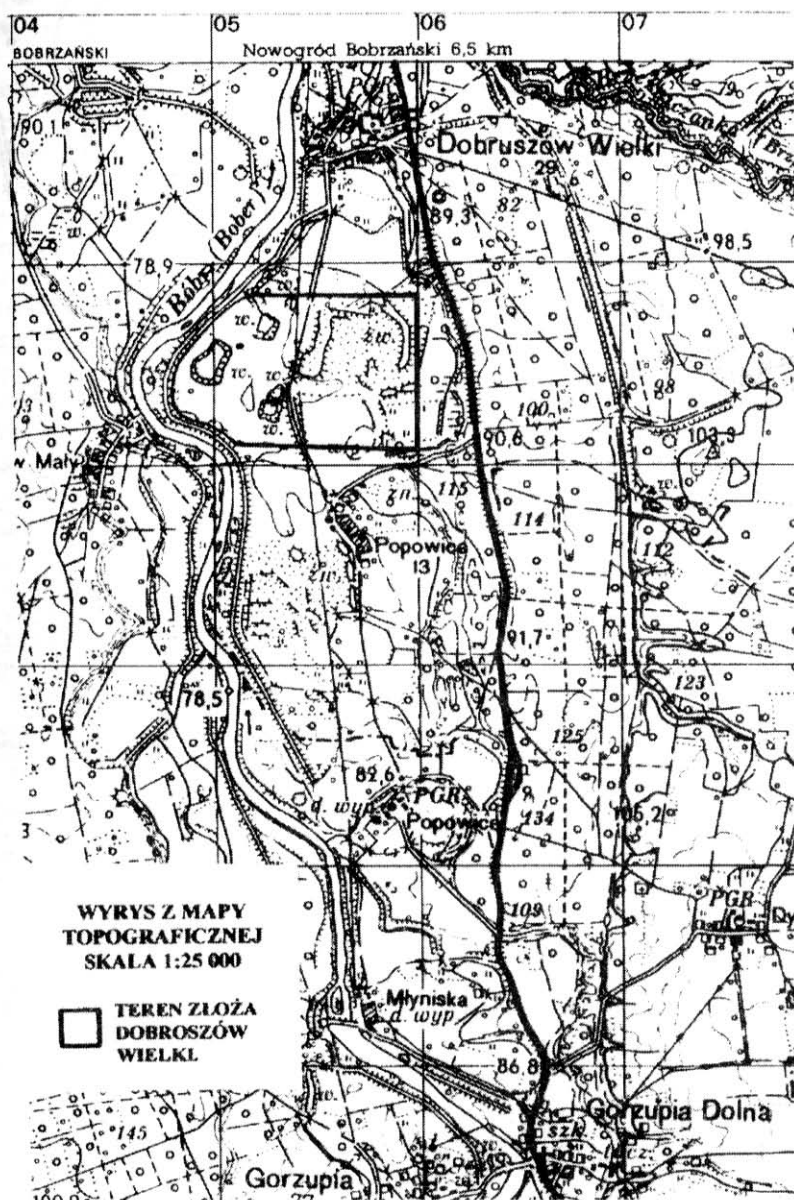
Analizy chemiczne wykonane przez Stację Chemiczno-Rolniczą w Gorzowie wykazały, że gleby te były nadmiernie zakwaszone, zawartość substancji organicznej w poziomie A<sub>1</sub> mieściła się najczęściej w zakresie 1,5-2,0 a zawartości przyswajalnych form potasu i fosforu były niskie.

Przed rozpoczęciem eksploatacji kruszywa zalegający nad nimi nadkład glebowy zdjęto i zdeponowano w przyzmacach. Całkowita objętość tych mas ziemnych wynosiła około 390 tys. m<sup>3</sup>.

Po zakończeniu wydobywania kruszywa ustalono, że przekształcone w wyniku działalności kopalni tereny zostaną zrekultywowane w kierunku rolnym. Ustalony rolny kierunek rekultywacji nie był trafny. Wykonane prace wymagały dużych nakładów, a w ostateczności nowo utworzone grunty powiększyły areał gleb odłogowanych.



Wydaje się, że bardziej sensownym byłoby przeznaczenie części wyrobisk, gdzie ubytki mas kruszywa były większe na zbiorniki wodne z przeznaczeniem na rekreację. Pozostałą część wyrobiska można było zalesić.



Rys. 1. Wyrys z mapy topograficznej terenu złoża „Dobroszów Wielki”





## PRACE REKULTYWACYJNE NA TERENIE BYŁEGO ZŁOŻA

Rekultywację prowadził sprawca przekształceń terenu, Zakład Eksploatacji Kruszywa w Zielonej Górze – w oparciu o dokumentację techniczną wykonaną przez Poznańskie Przedsiębiorstwo Geologiczne i Produkcji Kruszyw Mineralnych i Lekkich (1972).

Prace te obejmowały następujące czynności:

- po wydobyciu kruszywa powstałe wyrobiska wypełniono odpadem poprodukcyjnym (rozmiary cząstek 0,02-1,0 mm);
- na powierzchni, przy użyciu spycharek czołowych i samochodów ciężarowych rozproszono złożony w pryzmach nadkład glebowy. Usypana warstwa tego materiału sięgała od 0,3 do 2,0 m. Średnie odległości przemieszczania mas ziemnych wynosiły od 65 do 140 m. Prace te wymagały bardzo dużych nakładów. Koszty rozproszczenia mas gruntów stanowiły około 95% całkowitych kosztów rekultywacji;
- po wyrównaniu powierzchni na całym obszarze zastosowano nawożenie mineralne w dawkach na 1 ha: saletry amonowej – 50 kg, superfosfatu pojedynczego – 300 kg i soli potasowej 40% – 500 kg;
- następnie na całym obszarze wysiano rośliny pionierskie w mieszance: łubin wąskolistny + nostryk biały w ilościach 300 + 25 kg·ha<sup>-1</sup>. Według uzyskanych informacji rozwój tych roślin był niezadowalający;
- po zakończeniu wegetacji roślin pionierskich pola zaorano i przekazano miejscowemu PGR do uprawy, uznając te tereny za zrehabilitowane. Efekty przedstawionej rekultywacji były bardzo słabe. Plony ziarna żyta uprawianego w tych warunkach wynosiły średnio 0,7 t ha<sup>-1</sup>.

## PRACE BADAWCZE

Wykonane prace badawcze miały na celu znalezienie przyczyn słabej produktywności nowoutworzonych utworów glebowych. Wyniki analiz materiału glebowego przedstawiono w pracy Draba [1988]. Utwory te charakteryzowały:

- 1) duże zróżnicowanie składu granulometrycznego;
- 2) właściwości fizyczne były niekorzystne dla roślin:
  - a) gęstość objętościowa, jak na skład granulometryczny była wysoka i wynosiła od 1,61 do 1,84 g·cm<sup>-3</sup>,
  - b) maksymalna pojemność wodna była niska i wynosiła od 30,2 do 35,6%,
  - c) pojemność powietrzna była niska i wynosiła około 1%,
  - d) grunty były bardzo silnie zbite, w szczególności na głębokość 30-40 cm. Powodowało to tworzenie się w okresach wczesnej wiosny zastoisk wodnych;
- 3) badane grunty były silnie zakwaszone, zawartość C organicznego była niska, niskie były też zawartości przyswajalnego potasu i fosforu oraz ogólnych form makro i mikroelementów.



Wyniki pięcio letniego doświadczenia nad wpływem zmiennych wariantów nawożenia mineralnego oraz zróżnicowanych głębokości orek przedstawiono w publikacjach: Drab 2002, Drab 1998a, Drab 1998b, Drab 1999, Drab i Greinert 2001. Okazało się, że okres pięcio letni był za krótki na pełną naprawę właściwości badanych gruntów. Zastosowane w doświadczeniu czynniki poprawiły niektóre właściwości to jest: wzrosła wyraźnie pojemność sorpcyjna, wzrosła zawartość C organicznego oraz ogólnych form makroskładników. Odczyn gruntów w pierwszym roku po zastosowaniu wapna wykazał wyraźny wzrost. W kolejnych latach pH zmniejszyło się i pod wpływem niektórych kombinacji po pięciu latach osiągnęło stan wyjściowy. Zmiany właściwości fizycznych w badanych gruntach pod wpływem zastosowanych czynników były niewielkie. Przedstawione zmiany właściwości znalazły odzwierciedlenie w plonowaniu żyta uprawianego w doświadczeniu.

Najwyższe plony ziarna żyta uzyskano pod wpływem największych dawek nawożenia. Należy jednak podkreślić, że plony te nie osiągnęły zadowalającego poziomu. Wydaje się, że przyjęty kierunek działań agrotechnicznych był słuszny i w kolejnych latach uzyskane plony byłyby z pewnością dużo wyższe.

## WNIOSKI

Ustalenie właściwego kierunku rekultywacji terenów powstałych w wyniku działalności przemysłu wydobywczego jest sprawą niezwykle ważną. Wybór rolniczego kierunku zagospodarowania na omawianym terenie nie był słuszny.

Większość właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych nowopowstałych gruntów była bardzo niekorzystna dla rozwoju roślin uprawnych. Naprawa tych właściwości wymagała poniesienia dużych nakładów.

Zastosowane w doświadczeniu polowym prowadzonym na tym terenie, zabiegi agrotechniczne wyraźnie poprawiły niektóre właściwości chemiczne badanych gruntów. Wskazuje to, że kierunek działań był słuszny. Właściwości fizyczne nie uległy zmianie. Świadczy to, że okres trwania badań był za krótki.

## LITERATURA

- Dokumentacja na wykonanie rekultywacji fazy podstawowej i szczegółowej terenów poeksploatacyjnych ZEK Dobroszów, 1972: Poznańskie Przedsiębiorstwo Geologiczne i Produkcji Kruszyw Mineralnych i Lekkich.
- Dokumentacja do mapy glebowo-rolniczej, Wieś i PGR Dobroszów, 1973: WBG i TR Zielona Góra.
- DRAB M., 1988: Charakterystyka właściwości fizyko-chemicznych gleb powstałych na terenach poeksploatacyjnych kruszywa budowlanego w Dobroszowie Wielkim k. Nowogrodu Bobrzańskiego w województwie zielonogórskim. Zesz. Nauk. WSIInż. Zielona Góra 84, 105-121.



- DRAB M., 1998a: Badania nad przywracaniem produktywności gruntów po eksploatacji kruszywa budowlanego. II. Plony roślin uprawnych. Zesz. Nauk. Polit. Zielonog. 116, Zielona Góra, 147-159.
- DRAB M., 1998b: Skład chemiczny oraz pobranie składników z plonami roślin uprawnych na terenach przekształconych przez przemysł wydobywczy kruszywa budowlanego w Dolinie Bobru. Zesz. Nauk. Polit. Zielonog. 118, Zielona Góra, 20-41.
- DRAB M., 1999: Skład chemiczny oraz pobranie składników z plonami żyta ozimego uprawianego na terenach przekształconych przez przemysł wydobywczy kruszywa budowlanego w Dobroszowie Wielkim. Zesz. Nauk. AR Szczecin 201, 13-21.
- DRAB M., 2002: Efekty biologicznej rekultywacji byłego złoża kruszywa budowlanego „Dobroszów Wielki” w województwie lubuskim. Red. Wyd. Nauk.-Techn., Uniwersytet Zielonogórski, Monografia.
- DRAB M., GREINERT H., 2001: The pH changes of the soils formed as a result of reclamation of the sand-pits. Acta Agrophisica 51, 37-43.
- DZIOBA T., WRÓBEL I., 1976: Złóża kruszywa naturalnego województwa gorzowskiego i zielonogórskiego a problemy ochrony ich zasobów i środowiska naturalnego. Zesz. Nauk. WSInż. Zielona Góra 43, 13-31.
- JONAK Z., 1963: Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego Nowogród Bobrzański i Dobruszów Wielki. Przedsiębiorstwo Geologiczne w Krakowie. Archiwum UW w Zielonej Górze.
- KOŁODZIEJCZYK U., 1997: Zagospodarowanie wyrobisk po eksploatacji surowców mineralnych w województwie zielonogórskim. Materiały II Polsko-Niemieckiej Konferencji Naukowej „Ekologia Pogranicza”, Gorzów Wlkp.-Łagów Lubuski, 252-259.
- Praca zbiorowa pod redakcją Stefana Kozłowskiego, 1978: Surowce mineralne Ziemi Lubuskiej. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa.
- WRÓBEL I., 1979: Próba oceny stanu rozpoznania i zagospodarowania złóż kenozoicznych surowców mineralnych Ziemi Lubuskiej. Zesz. Nauk. WSInż. Zielona Góra, 59, 97-117.



**Bernard Gałka, Daniel Ochman, Paweł Jezierski**

Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego, Akademia Rolnicza we Wrocławiu

## REŻIM HYDROLOGICZNY RZEKI SMORTAWY W WARUNKACH ZMIENNEGO PIĘTRZENIA

### THE HYDROLOGIC REGIME OF SMORTAWA RIVER BY CHANGES OF DAMMING UP

**Słowa kluczowe:** reżim hydrologiczny, krzywa konsumpcyjna, budowle piętrzące.

**Streszczenie:** Aby powstrzymać niekorzystne zmiany spowodowane wadliwą regulacją rzeki Smortawy, będącej prawobrzeżnym dopływem Odry, wybudowano na jej 5+050 km jaz ruchomy „Hanna”. Wcześniej Smortawa nie była kontrolowana, a opisywano ją przez analogię hydrologiczną z rzeką Widawą (wodowskaz Michalice). Celem pracy jest przedstawienie reżimu wodnego rzeki Smortawy w warunkach zmiennego piętrzenia. Aby osiągnąć zamierzony cel autorzy wykonali pomiary hydrometryczne.

**Key words:** hydrological regime, consumcional curve, piling up construction.

**Abstract:** To hold back the unfavourable changes caused by defective regulation of the Smortawa river, which is the right-bank tributary of Odra river, there was built the movable weir “Hanna” on her 5+050 km. Earlier the Smortawa river wasn't controlled and it was described by a hydrological analogy to Widawą river (water-gauge Michalice). The goal of investigations is to show hydrological regime of the Smortawa river in changing piling up conditions. To reach the intentional aim authors did hydrometric measurements.

## WSTĘP

Rzeka Smortawa, o długości 39,0 km, jest prawobrzeżnym dopływem Odry. Źródła jej położone są na wysokości 175 m n.p.m. w okolicach wsi Świerczów, na południowy wschód od Namysłowa. Do Odry uchodzi w 223+350 km jej biegu na wysokości 124 m n.p.m. Jest to rzeka typowo nizinna o powierzchni zlewni 442,2 km<sup>2</sup>, charakteryzująca się małymi spadkami. Obszar zlewni obejmuje część pradoliny wrocławsko-magdeburskiej. Geologicznie obszar ten leży w obrębie monokliny wrocławskiej, jego głębsze podłoże budują utwory permu, triasu i trzeciorzędu. Na powierzchni występują tylko utwory czwartorzędowe o zmiennej miąższości [Szpila 1978; Gospodarka..., 1993].



Rzeka Smortawa płynie głównie wśród lasów i łąk. Dolna część zlewni położona jest na obszarze projektowanego Parku Krajobrazowego „Dolina Odry II”. Na terenie zlewni oraz w jej okolicach znajduje się wiele rezerwatów przyrody [Adynkiewicz-Piragas, 1999, 2000].

Dla ekologów i wędkarzy Smortawa ma wiele zalet, ponieważ posiada czyste wody, a w szerokich rozlewiskach i na ich brzegach znalazło schronienie szereg gatunków zwierząt [Jankowski i in., 1992].

Aby powstrzymać niekorzystne zjawiska związane z wadliwą regulacją Smortawy (obniżenie się poziomu wód gruntowych, przesuszenie terenów przyległych), w 1992 r. wybudowano w Janikowie jaz ruchomy „Hanna” na 5+050 km. Wybudowanie stopnia piętrzącego powoduje z reguły zakłócenie równowagi dynamicznej koryta rzeki, której towarzyszą odpowiednie zmiany warunków hydrogeologicznych doliny, a w szczególności zmiany stanu wód podziemnych i kierunków odpływu [Kowalski, 1978; Parzonka i in., 1993]. Zmiany te najczęściej polepszają warunki powietrzno-wodne na przyległym terenie oraz zwiększają zdolność retencyjną rzeki i doliny [Bajkowski, 1998].

Należy zaznaczyć, że rzeka Smortawa nie była wcześniej kontrolowana a opisywano ją przez analogię hydrologiczną z rzeką Widawą (wodowskaz Michalice) [Ochman, 2001]. Celem pracy jest przedstawienie reżimu wodnego rzeki Smortawy w warunkach zmiennego piętrzenia.

## METODYKA BADAŃ

W ramach niniejszej pracy wykonano następujące pomiary hydrometryczne:

- stany wód (przy pomocy łąt wodowskazowych oraz limnigrafu tygodniowego),
- prędkości przepływu (punktowe pomiary prędkości w poszczególnych punktach przekroju hydrometrycznego za pomocą młynka hydrometrycznych GR-21),
- natężenie przepływu (metoda pośrednia).

Pomiary te prowadzono w przekroju hydrochemicznym Janików w km 7+105 ( $A=404 \text{ km}^2$ ). Pomiary stanów wód na badanym odcinku rzeki Smortawy prowadzone były także w innych miejscach niż przekrój w Janikowie. Należą do nich następujące przekroje wodowskazowe: jaz ruchomy „Hanna” (km 5+050); mnich wpustowy powyżej stopnia drewnianego (km 8+076); most w Bystrzycy Oławskiej (km 9+500); jaz stały (km 9+678).

Metody pośrednie pomiaru przepływu stosowane w pracy, polegają na pomiarze elementów, od których jest on uzależniony. Takimi elementami są: prędkość przepływu (pomiar za pomocą młynka hydrometrycznego) oraz powierzchnia przekroju poprzecznego koryta. Natężenie przepływu oblicza się ze znanego z hydrauliki wzoru:

$$Q = v_s \cdot F \text{ [m}^3 \cdot \text{s}^{-1}\text{]}$$

gdzie:

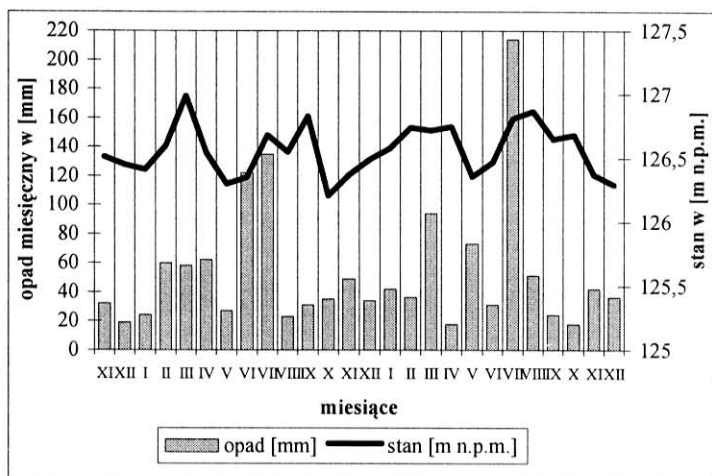
$Q$  – natężenie przepływu [ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ],

$v_s$  – prędkość średnia wody w przekroju [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ],  
 $F$  – powierzchnia przekroju poprzecznego koryta [ $\text{m}^2$ ].

W badaniach hydrologicznych wykorzystano również pomiary takich elementów meteorologicznych, jak: opady atmosferyczne i temperatura powietrza mających wpływ na stan wód, natężenie przepływu, parowanie oraz inne elementy bilansu wodnego badanego terenu. Badania przeprowadzono w okresie IV 1999 – XII 2000.

## WYNIKI BADAŃ

Średnie roczne stany wód w okresie badawczym różniły się od siebie nieznacznie, w roku hydrologicznym 1998/1999 średni roczny stan wynosił 98 cm, natomiast w roku 1999/2000 był wyższy i wynosił 107 cm. Maksymalny stan wód zarejestrowano na przełomie lutego i marca 1999 r. i osiągnął wartość 200 cm. W roku hydrologicznym 1999/2000 najwyższy stan obserwowano w okresie letnim i wynosił 158 cm. Najniższe stany to odpowiednio: dla roku 1998/1999 – 48 cm, dla roku 1999/2000 – 53 cm. W roku 1998/1999 opady kumulowały się w marcu i lipcu powodując dwa charakterystyczne wezbrania wód (wiosenne i letnie). Podobna sytuacja miała miejsce w kolejnym roku badań (rys. 1).



Rys. 1. Średnie miesięczne stany wód w przekroju wodowskazowym Janików (km 7+105) na tle miesięcznych opadów w zlewni rzeki Smortawy w latach hydrologicznych 1998/1999 i 1999/2000

Należy pamiętać, że stany wód w przekroju Janików były okresowo podpiętrzane przez jaz „Hanna” (km 5+050). Na podstawie wzoru Rühlmana obliczono piętrzenie w tym przekroju pomiarowym:

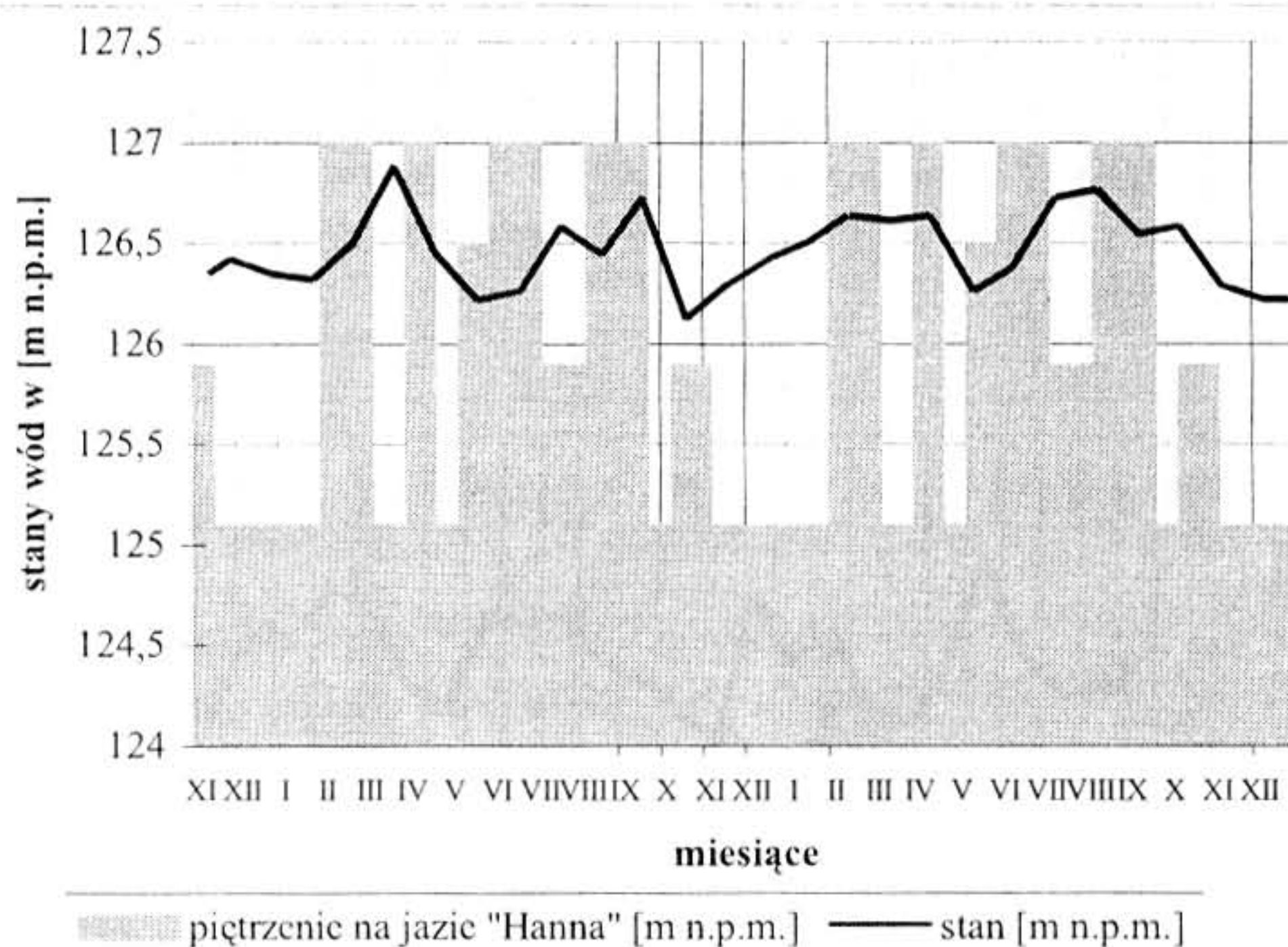


$$i/H = \Phi(Z/H) - \Phi(z/H)$$

gdzie:

- $i$  – spadek dna koryta [m],
- $H$  – normalne napętnienie koryta [m],
- $l$  – odległość od początku cofki do badanego przekroju [m],
- $Z$  – spiętrzenie na początku cofki [m],
- $z$  – spiętrzenie na badanym przekroju [m].

Z obliczeń wynika, że przy piętrzeniu wody na jazie „Hanna” na wysokość 127,00 m n.p.m. spiętrzenie  $z$  w przekroju Janików wynosi 0,7 m, przy piętrzeniu 126,50 m n.p.m. – 0,28 m. Piętrzenia niższe nie mają wpływu na stany wód w przekroju. Terminy piętrzeń na jazie „Hanna”, ich wysokość oraz średnie miesięczne stany wód na tle zmiennego piętrzenia przedstawiono na rysunku 2.



**Rys. 2. Średnie miesięczne stany wód w przekroju wodowskazowym Janików (km 7+105) na tle zmiennego piętrzenia na jazie „Hanna” (km 7+105) w latach hydrologicznych 1998/1999 i 1999/2000**

Pomiary natężenia przepływu wykonywane były okresowo w przekroju hydrochemicznym Janików (km 7+105). Ponieważ przekrój pomiarowy znajdował się pod wpływem zmiennego piętrzenia na jazie „Hanna”, trudno było znaleźć jednoznaczną zależność między stanem wód i prędkością przepływu, a tym samym między stanem i natężeniem przepływu. W celu prawidłowego przedstawienia zależności stany zredukowano o wysokość spiętrzenia w przekroju pomiarowym (km 7+105). Zredukowane stany wraz z pomierzonymi przepływami naniesiono na wykres (krzywa konsumpcyjna) a następnie skonstruowano zależność (rys. 3):



$Q = 0,1672 H^2 + 9,2694 H - 302,62 \text{ [l}\cdot\text{s}^{-1}]$

gdzie:

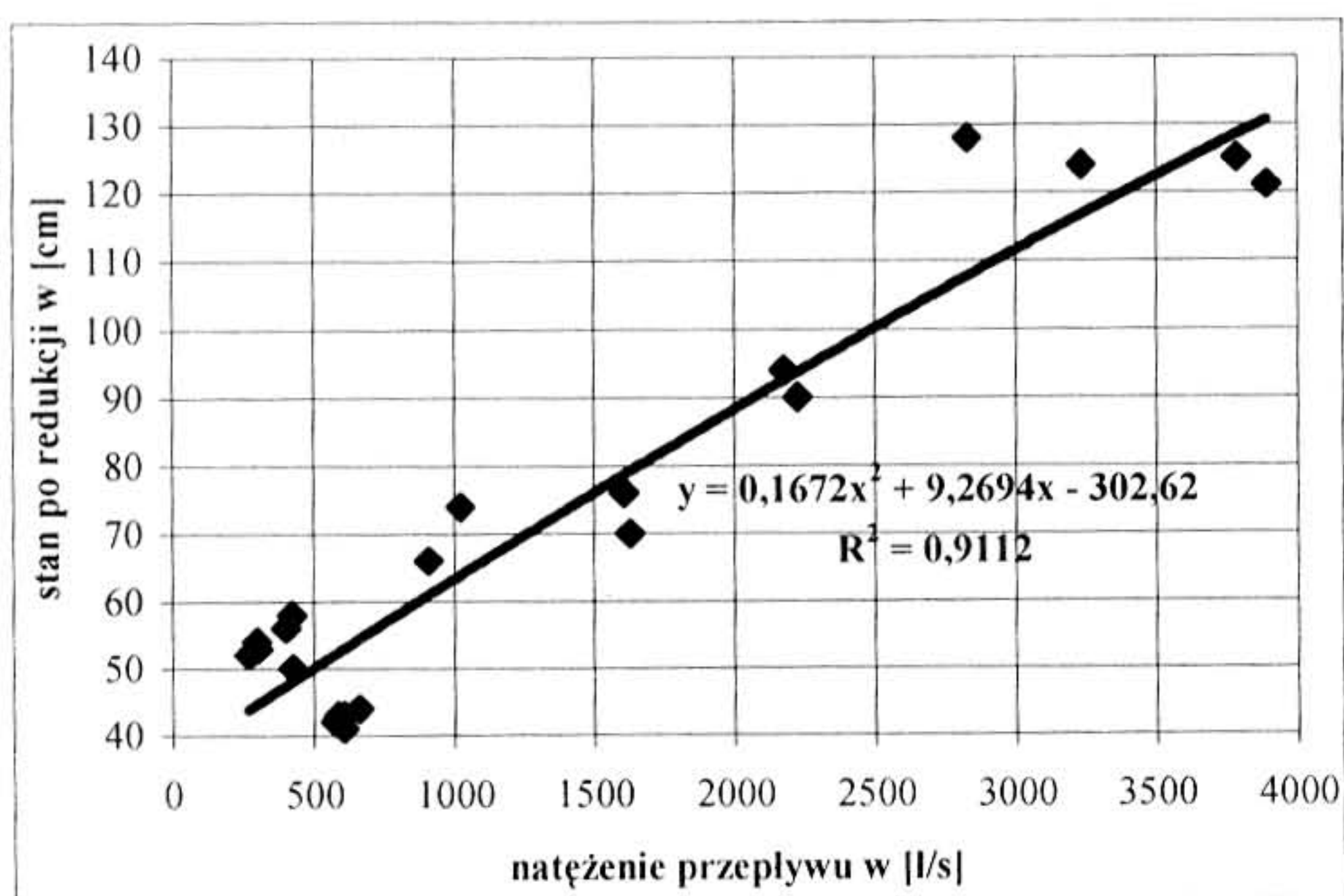
**Q** – natężenie przepływu w [l·s<sup>-1</sup>],  
**H** – stan wody w [cm].

Na podstawie powyższego równania znając średnie stany wód oraz powierzchnię zlewni można było obliczyć średni przepływ, średni spływ jednostkowy, wskaźnik odpływu oraz odpływ miesięczny (tab. 1).

**Tabela 1. Średnie miesięczne zredukowane stany, przepływy, spływy jednostkowe, odpływy oraz wskaźniki odpływu w przekroju pomiarowym Janików (km7+105) w okresie badawczym kwiecień 1999 – grudzień 2000**

Miesiące	Średni stan po redukcji [cm]		Średni przepływ [l·s <sup>-1</sup> ]		Średni spływ jednostkowy $q = Q/A$ [l·s <sup>-1</sup> ·km <sup>-2</sup> ]		Średni odpływ $V = Q \cdot 86400 \text{ t}$ [mln m <sup>3</sup> ]		Średni wskaźnik odpływu $H = V/A$ [mm]	
Kwiecień	39		313		0,78		0,812		2	
Maj	47		502		1,24		1,302		3	
Czerwiec	40		336		0,83		0,870		2	
Lipiec	95		2087		5,17		5,409		13	
Sierpień	51		605		1,50		1,568		4	
Wrzesień	92		1965		4,86		5,094		13	
Październik	66		1037		2,57		2,689		7	
Listopad	82		1582		3,92		4,100		10	
Grudzień	94		2046		5,06		5,303		13	
Styczeń	103		2426		6,00		6,288		16	
Luty	49		553		1,37		1,433		4	
Marzec	99		2254		5,58		5,842		14	
Kwiecień	50		579		1,43		1,500		4	
Maj	53		658		1,63		1,706		4	
Czerwiec	46		478		1,18		1,238		3	
Lipiec	108		2649		6,56		6,865		17	
Sierpień	68		1101		2,72		2,852		7	
Wrzesień	58		797		1,97		2,067		5	
Październik	85		1693		4,19		4,389		11	
Listopad	82		1582		3,92		4,100		10	
Grudzień	74		1299		3,22		3,367		8	
Średnia okres	71		1264		3,31		3,276		8	
Wartości ekstremalne	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
	39	108	313	2649	0,78	6,56	0,812	6,865	2	17





**Rys. 3. Wykres krzywej konsumpcyjnej, po redukcji stanów wód, dla rzeki Smortawy w przekroju pomiarowym Janików (km 7+105), w okresie badawczym kwiecień 1999 – grudzień 2000**

Średnie natężenie przepływu w okresie badawczym wynosiło  $1264 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ , przy czym najmniejszy, średni miesięczny przepływ odnotowano w kwietniu i czerwcu 1999 r., wynosił on odpowiednio  $313 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$  oraz  $339 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ . Najwyższy przepływ wystąpił w lipcu i marcu 2000 r. –  $2649 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$  i  $2254 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$  (tab. 1). Najmniejsza wartość średniego miesięcznego spływu jednostkowego wynosiła  $0,78 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$  (kwiecień 1999), najwyższa  $6,56 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$  (lipiec 2000). Średnia dla okresu badawczego wynosiła  $3,31 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$  (tab. 1). Maksymalny odpływ miesięczny wynosił  $6,865 \text{ mln m}^3$  (lipiec 2000), minimalny  $0,812 \text{ mln m}^3$  (kwiecień 1999), przy średnim odpływie z całego okresu wynoszącym  $3,276 \text{ mln m}^3$  (tab. 1). Średni miesięczny wskaźnik odpływu wynosił  $8 \text{ mm}$ . Najwyższy wskaźnik wynosił  $17 \text{ mm}$  (lipiec 2000), najniższy  $2 \text{ mm}$  (kwiecień i czerwiec 1999) (tab. 1).

## WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań można sformułować następujące wnioski:

1. Reżim hydrologiczny rzeki Smortawy jest zakłócony poprzez zabudowę hydrologiczną. Zmiany piętrzenia na jazie „Hanna” (km 5+050) powodują wahania stanów wód i natężenia przepływu.
2. Obliczone w latach siedemdziesiątych przepływy Smortawy w oparciu o analogię hydrologiczną dla zlewni rzeki Widawy nie odzwierciedlają rzeczywistych przepływów w rzece Smortawie, ponieważ nie uwzględniają zmiennych warunków wywołanych podpiętrzeniem wód.
3. Jeżeli na cieku znajduje się posterunek wodowskazowy, dla którego istnieje krzywa konsumpcyjna i są dane hydrometryczne, to obliczenia stanów i

przepływów charakterystycznych, a zatem i rozporządzalnych zasobów wodnych są możliwe i zgodne lub przynajmniej bliskie rzeczywistości.

## LITERATURA

- ADYNKIEWICZ-PIRAGAS M., 1999: Badanie wpływu czynników antropogenicznych na ekosystem rzeki Smortawy. VI Konferencja Naukowa. Diagnozowanie stanu środowiska, metody badawcze – prognozy. Bydgoszcz, 98–107.
- ADYNKIEWICZ-PIRAGAS M., 2000: Wpływ inwestycji hydrotechnicznych na ekosystem rzeki Smortawy. Rozprawa doktorska. Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska. Akademia Rolnicza we Wrocławiu. (maszynopis).
- BAJKOWSKI S., 1998: Wpływ budowli wodnych na warunki tlenowe w rzece. Przyrodnicze i techniczne problemy gospodarowania wodą dla zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich. Przegląd Naukowy SGGW. Warszawa, 145–152.
- GOSPODARKA ZASOBAMI WODNYMI DORZECZA GÓRNEJ I ŚRODKOWEJ ODRY, 1993: Praca zbiorowa. Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej we Wrocławiu.
- JANKOWSKI W., WERTELNIK E., STAJSZCZYK M., 1992: Ocena stanu środowiska przyrodniczego na aktualizację studium przedprojektowego. Dolina rzeki Smortawy. Instytut Ochrony Środowiska. Wrocław.
- KOWALSKI J., 1978: Prognozowanie zmian warunków hydrogeologicznych dolin rzecznych. Zagadnienia hydrologiczne, hydrogeologiczne i ochrony wód rzeki Odry. Sesja naukowa PAN. Wrocław, 195–199.
- OCHMAN D., 2001: Wpływ budowli piętrzących na warunki tlenowe w rzece Smortawie. Praca magisterska. Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska. Akademia Rolnicza we Wrocławiu. (maszynopis).
- PARZONKA W., KEMPIŃSKI J., GŁOWSKI R., 1993: Ocena wpływu geometrii koryta rzeki Odry i sposobu eksploatacji jazu w Brzegu Dolnym na warunki erozji namulów z górnego stanowiska. Konferencja Naukowo – Techniczna „Odra i jej dorzecze”. Inżynieria Środowiska IV. Zeszyty naukowe AR nr 233. Wrocław, 57–65.
- SZPILA D., 1978: Chemizm wód podziemnych w utworach pradoliny okolic Oławy. Zagadnienia hydrologiczne, hydrogeologiczne i ochrony wód rzeki Odry. Sesja naukowa PAN. Wrocław, 201–212.



**Magdalena Gawron**

Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego, Akademia Rolnicza we Wrocławiu

## **WALORY PRZYRODNICZO-KRAJOBRAZOWE GMINY BOLESŁAWIEC**

### **NATURAL AND LANDSCAPE VALUES IN THE BOLESŁAWIEC REGION**

**Słowa kluczowe:** turystyka, walory przyrodnicze, walory krajobrazowe.

**Streszczenie:** Praca przedstawia walory przyrodniczo-krajobrazowe gminy Bolesławiec. Uwagę skupiono na osobliwościach przyrodniczych i krajobrazowych tego rejonu, między innymi na obszarach proponowanych do objęcia ochroną. Zaproponowano wykorzystanie walorów gminy do rozbudowy infrastruktury turystycznej.

**Key words:** tourism, landscape values, natural values, touristic infrastructure.

**Summary:** The article presents natural and landscape values in the Bolesławiec region.

Author proposes change development of touristic infrastructure. Natural and landscape values should be protected. The most important in the process of construction and operation of touristic infrastructure is protection of the environment.

## **WSTĘP**

Niepożądaną konsekwencją działalności człowieka jest postępująca degradacja środowiska naturalnego. Rzadkością stają się krajobrazy nieprzekształcone, naturalne zbiorowiska roślinności, okazałych rozmiarów drzewa, naturalne zbiorniki wodne itp. Koniecznością staje się ochrona najcenniejszych przyrodniczo obszarów i obiektów stanowiących osobliwe walory środowiska.

Podejmowane działania ochronne muszą dotyczyć zwłaszcza sfery lokalnej. Jednym z najważniejszych zadań z zakresu ochrony przyrody na obszarach gmin jest stworzenie i utrzymanie gęstej sieci cennych przyrodniczo, krajobrazowo i kulturowo obiektów, znaczących dla funkcjonowania krajobrazu, ujętych w rejestrach i odpowiednio znakowanych. Tylko takie działania zahamują nadmierną antropogenizację środowiska oraz przyczynią się do zachowania w nim pełnej bioróżnorodności przyrody.



## CHARAKTERYSTYKA UWARUNKOWAŃ PRZYRODNICZYCH GMINY BOLESŁAWIEC

### Położenie geograficzne

Gmina Bolesławiec położona jest w północno-zachodniej części województwa dolnośląskiego i zajmuje obszar o powierzchni 289,5 km<sup>2</sup> [Materiały Referatu Rolnictwa..., 2003]. Administracyjnie należy do powiatu bolesławieckiego. W jej skład wchodzi 31 obrębów ewidencyjnych [Materiały Referatu Rolnictwa..., 2003; Miejscowy Plan Zagospodarowania..., 1990]. W podziałach fizjograficznych gmina Bolesławiec należy do jednostek wchodzących w skład Sudetów Zachodnich i Niziny Śląsko-Łużyckiej. Wyróżniamy tu dwa mikroregiony: Pogórze Bolesławieckie i Dolinę Bobru. W południowo-zachodniej części gminy niewielki fragment zalicza się do Niecki Lwóweckiej – mikroregionu wliczanego w skład Pogórza Izerskiego, będącego również częścią Sudetów Zachodnich [Materiały Referatu Rolnictwa..., 2003; Miejscowy Plan Zagospodarowania..., 1990]. Wysokość terenu nad poziomem morza waha się od 150 m na dnie doliny Bobru do 266 m na wzgórzu w południowej części gminy.

### Obszary i obiekty szczególnie chronione

Gmina Bolesławiec posiada 41 pomników przyrody i dwa parki zabytkowe ujęte w rejestrze Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków a także 7 parków nie ujętych w rejestrze WKZ, a proponowanych do ochrony prawnej [Plan Urzędniowo-Rolny Gminy Bolesławiec..., 2002] Na terenie gminy występują też 164 stanowiska roślin i grzybów chronionych. Brak jest natomiast innych obszarów chronionych (rezerваты przyrody, parki narodowe, parki krajobrazowe). Zaznaczyć należy, że na terenie gminy znajduje się również kilka niewątpliwie osobliwych zbiorowisk śródpolnych, które mogą się kwalifikować do rangi użytku ekologicznego.

Podczas przeprowadzonej inwentaryzacji przyrodniczej stwierdzono, że ze względu na walory przyrodnicze na ochronę zasługuje [Plan Urzędniowo-Rolny Gminy Bolesławiec..., 2002, Fulica i Jankowski, 1998]:

- wyrobisko z Jeziolem Czarnym koło Kraśnika Dolnego. Celowe było uznanie go za cenne stanowisko dokumentacyjne z uwagi na fakt, że jest to najdalej na północ wysunięte stanowisko skał metamorfiku kaczawskiego.

Dwa obiekty zasługują na ochronę z racji walorów dydaktycznych:

- Pokutujące Skalki koło Łazisk – doskonale odsłonięte piaskowce o zróżnicowanej frakcji i wyraźnie widocznych spękaniach ciosowych. Proponowana forma ochrony – pomnik przyrody,
- Odkrywka żwirowni w Mierzwinie jako przykład sedymentacji kredowej. Warunkiem trwania jej pogładowego waloru jest jednak dalsza umiarkowana eksploatacja, w przeciwnym razie odsłonięcie ulegnie przysypaniu i zarośnięciu.



Atrakcyjnymi miejscami pod względem przyrodniczym, wskazanymi do objęcia ochroną prawną, są użytki ekologiczne [Materiały Referatu Rolnictwa..., 2003; Miejscowy Plan Zagospodarowania..., 1990; Plan Urzędniowo-Rolny Gminy Bolesławiec..., 2002; Fulica i Jankowski, 1998]:

- „Fragment starorzecza” koło Kozłowa,
- „Wydmy” koło Starej Olesznej,
- „Oczka Wodne” koło Starej Olesznej,
- „Stawy” w Trzebieniu,
- „Fragment starorzecza” w Parkoszowie,
- „Torfowiska” koło Dobrej,
- „Staw koło leśniczówki” w Dobrej,
- „Stawy śródleśne” koło Kruszyna.

Należy pamiętać, że ochrona naturalnych środowisk i siedlisk to warunek zachowania różnorodności biologicznej. Tereny odznaczające się największą bioróżnorodnością w gminie położone są wzdłuż doliny Bobru (rys. 1):

- na północ [I – Dolina Bobru Północ],
- na południe [II – Dolina Bobru Południe] od Bolesławca.

Można tu zaobserwować szeroki wachlarz siedlisk: od wodnych po bardzo suche. Występuje tu największa liczba gatunków roślin i zbiorowisk roślinnych stanowiących bazę pokarmową i siedliskową dla fauny. Nadrzędnym zadaniem przy planach zagospodarowania omawianych obszarów powinno być utrzymanie różnorodności biologicznej poprzez zachowanie różnorodności siedliskowej.

### **Szata roślinna**

W wyniku przeprowadzonej w 2001 r. powszechnej inwentaryzacji przyrodniczej stwierdzono występowanie na terenie gminy Bolesławiec 18 gatunków roślin chronionych oraz 5 gatunków chronionych grzybów [Fulica i Jankowski, 1998]. Pełny wykaz tych gatunków wraz z podziałem na kategorie ochrony ilustruje tabela 1. Gatunki znajdujące się pod ochroną całkowitą (8 gat. roślin oraz 5 gatunków grzybów) występują na znacznie mniejszej liczbie stanowisk (12+49) niż gatunki chronione częściowo (103 stanowiska). Decyduje o tym znacznie szersza skala ekologiczna gatunków częściowo chronionych, umożliwiając im przetrwanie nawet na siedliskach silnie przekształconych, a więc półnaturalnych i ściśle antropogenicznych [Fulica i Jankowski, 1998; Szafer i Zrzycki, 1972].





**Tab. 1. Wykaz chronionych gatunków roślin i grzybów [Fulica i Jankowski, 1998; Szafer i Zrzycki, 1972]**

Gatunki chronione	Ilość stanowisk
<b>Ochrona całkowita</b>	12
1. Barwinek pospolity	2
2. Bluszcz pospolity	2
3. Jęczmnik zwyczajny	1
4. Pokrzyk wilcza jagoda	1
5. Pomocnik baldaszkowy	1
6. Storzycz szerokolistny	1
7. Śnieżyczka przebiśnieg	1
8. Widłak goździsty	3
<b>Ochrona częściowa</b>	103
1. Bagno zwyczajne	2
2. Centuria pospolita	13
3. Kalina koralowa	2
4. Kocanki piaskowe	11
5. Konwalia majowa	2
6. Kopytnik pospolity	3
7. Kruszyna pospolita	56
8. Marzanka wonna	2
9. Paprotka zwyczajna	11
10. Pierwiosnka wyniosła	1
<b>Grzyby chronione</b>	49
1. Chrobotek leśny	18
2. Flagowiec olbrzymi	1
3. Płucnica islandzka	10
4. Szmaciak gałęzisty	8
5. Sromotnik bezwstydny	12

### Szlaki turystyczne

Na terenie gminy atrakcyjność wielu miejsc o szczególnych walorach przyrodniczych, krajobrazowych i historycznych eksponują szlaki turystyczne.

W granicach gminy Bolesławiec znajdują się trzy ciągi szlaków turystycznych znakowane kolorami: żółtym, niebieskim, zielonym. Po drodze szlaki mijają liczne zabytki przyrody ożywionej (drzewa pomnikowe, cenne przyrodniczo siedliska), liczne zabytki przyrody nieożywionej (głazy narzutowe), krajobrazu (dolina rzeczna, obszary sedimentacji fluwioglacjalnej, równina denudacyjna na skałach litych), architektury i punkty widokowe. Niezaprzeczalne walory krajobrazowe posiada dolina Bobru. Zwłaszcza wcięcie erozyjne na lewym brzegu poniżej Bolesławca stanowi atrakcyjny element krajobrazu. Najpiękniejsze widoki rozciągają się z dróg wiodących dnem

doliny rzeki Bóbr, natomiast droga powyżej krawędzi wiedzie lasem, w którym występują pomniki przyrody i zabytki architektury podkreślające jego walory [Materiały Referatu Rolnictwa..., 2003; Miejscowy Plan Zagospodarowania..., 1990, Fulica i Jankowski, 1998].

### **Możliwości turystycznego wykorzystania walorów przyrodniczo-krajobrazowych**

Na terenie gminy Bolesławiec atrakcyjne przyrodniczo i krajobrazowo obszary występują w dolinie Bobru (rys. 1), gdzie możliwe jest stworzenie infrastruktury turystyczno-rekreacyjnej i w oparciu o nią rozwijanie turystyki sobotnio-niedzielnej i rekreacji związanej z wypoczynkiem nad wodą. Rzeka częściowo zachowała naturalny meandrujący charakter. Miejscami zachowały się starorzecza świadczące o zmianach w brzegu koryta, stanowiące osobliwe miejsca w randze użytku ekologicznego. Rzeka Bóbr stwarza również możliwości organizacji spływów kajakowych.

Podobne możliwości rozwoju turystyki sobotnio-niedzielnej istnieją również w oparciu o duże kompleksy leśne istniejące w północnej części gminy Bolesławiec (rys. 1). Tereny te znane są z obszarów bogatych w cenne stanowiska chronionych roślin i grzybów (tab. 1) oraz stawy śródlęgowe [Materiały Referatu Rolnictwa..., 2003; Fulica i Jankowski, 1998].

Rozwój turystyki i rekreacji zapewnić może również wodny kierunek rekultywacji wyrobisk poeksploatacyjnych oraz leśny kierunek zagospodarowania odłogów i ugorów porolnych. Zagospodarowanie wyrobisk w kierunku rekreacji i turystyki wskazane jest we wsiach Stara Oleszna oraz Bolesławice (rys. 1), a we wsiach Kraszowice, Ocice i Kraśnik Górny istnieją możliwości tworzenia gospodarstw agroturystycznych [Materiały Referatu Rolnictwa..., 2003; Plan Urzędniowo-Rolny Gminy Bolesławiec, 2002].

Atrakcyjne turystycznie i krajobrazowo tereny stwarzają możliwości wyznaczenia i turystycznego zagospodarowania ścieżek rowerowych, tras turystycznych i edukacyjnych oraz punktów widokowych. Działania te muszą nieść za sobą nie tylko eksponowanie tych terenów, ale przede wszystkim ich wszechstronną ochronę.

## **WNIOSKI**

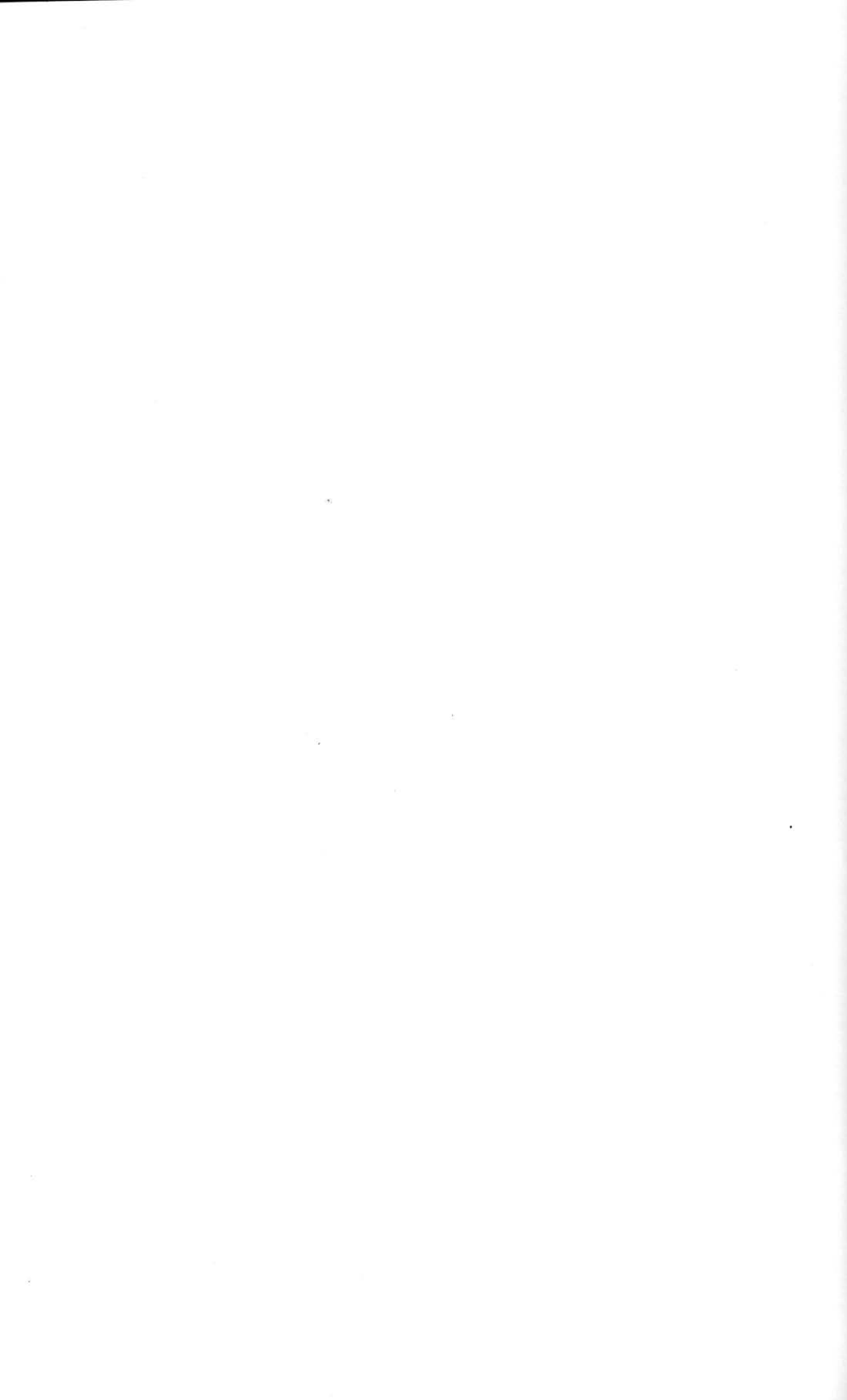
Gmina Bolesławiec posiada cenne przyrodniczo i krajobrazowo obszary i obiekty poddane ochronie lub proponowane pod ochronę. Walory przyrodniczo-krajobrazowe gminy stwarzają możliwości do rozwoju infrastruktury turystycznej nastawionej na ich eksponowanie i ochronę.

## **LITERATURA**

FULICA K., JANKOWSKI W., 1998: Powszechna Inwentaryzacja Przyrodnicza Województwa Jeleniogórskiego – Gmina Bolesławiec. Wrocław.



- Materiały Referatu Rolnictwa, Leśnictwa i Gospodarki Gruntami Urzędu Gminy Bolesławiec, 2003 Bolesławiec.
- Miejscowy Plan Zagospodarowania Przestrzennego Gminy Bolesławiec, 1990, Jeleniogórskie Biuro Planowania Przestrzennego i Projektowania. Jelenia Góra.
- Plan Urzędniowo-Rolny Gminy Bolesławiec opracowany na zlecenie Wydziału Geodezji i Kartografii Urzędu Marszałkowskiego Województwa Dolnośląskiego przy współudziale Urzędu Gminy Bolesławiec. Dolnośląskie Biuro Geodezji i Terenów Rolnych, 2002, Wrocław.
- SZAFER W., ZARZYCKI K., 1972: Szata roślinna Polski – tom I i II. PWN Warszawa.





*Agnieszka Gontaszewska, Andrzej Kraiński*  
Instytut Budownictwa, Uniwersytet Zielonogórski

## IMPACT OF SEWAGE SLUDGE LAND APPLICATION ON GROUNDWATER'S QUALITY

## WPŁYW OSADÓW ŚCIEKOWYCH UŻYWANYCH W ROLNICTWIE NA JAKOŚĆ WÓD PODZIEMNYCH

**Key words:** sewage sludge, groundwater quality, pollution, sludge exploitation.

**Summary:** Sewage sludge is nowadays treated as a fertiliser and applied to agriculture. It can result in soil and groundwater quality. The aim of the study is to describe an example of sewage sludge application and its influence on groundwater composition in West Poland. Groundwater sample from four piezometers was examined each three months and compared with hydrogeochemical background. The investigations, carried out while fertilising the land with the sludge, have revealed a considerable increase in the concentration of some ions (e.g.  $\text{N-NH}_4$  by 200%,  $\text{N-NO}_3$  by 1203,5%,  $\text{SO}_4$  by 142,8% and Zn by 383,1%) as well as an inconsiderable in pH of groundwater. The authors noticed also the decrease in the concentration of heavy metals ions that may be caused by the improvement in sorption features of the ground and reduction of mobility of heavy metals ions because of precipitation. Little thickness of an unsaturated zone (8.8 m.) is not effective protection against the infiltration of the pollution from the surface. The time of the vertical infiltration into the aquifer has been estimated at  $t=14.4$  days.

**Słowa kluczowe:** osady ściekowe, wody podziemne, zanieczyszczenie, wykorzystanie osadów.

**Streszczenie:** Osady ściekowe są obecnie stosowane w rolnictwie jako wartościowy nawóz, co może jednak powodować zmiany w jakości gleb i wód gruntowych. Celem pracy jest opis jednego z przypadków stosowania osadów ściekowych w rolnictwie i jego wpływ na skład wód podziemnych. Próbki wód podziemnych były pobierane co kwartał od początku używania osadów ściekowych. Zanotowano wzrost zawartości niektórych jonów (m.in.  $\text{N-NH}_4$  o 200%,  $\text{N-NO}_3$  o 1203,5%,  $\text{SO}_4$  o 142,8% oraz Zn o 383,1%). Zanotowano także obniżenie zawartości niektórych metali ciężkich, co mogło zostać spowodowane polepszeniem się własności sorpcyjnych gleby i obniżeniem mobilności jonów metali ciężkich. Czas infiltracji do warstwy wodonośnej określono na około 14,4 doby:

INTRODUCTION

Sewage sludge is an unwanted and troublesome side-product of water treatment processes. More and more sewage sludge is produced along with human life improvement. The disposal of it is a huge environmental problem. A solution to it can be agricultural application of sewage sludge. There is no doubt, that sewage sludge is a kind of fertiliser increasing crop productions, but it can contain some harmful substances, like heavy metals or trace elements. So it may exert also negative influence on soil and groundwater quality [Brady, 1984].

The aim of this study is to describe an example of sewage sludge land application from Poland. The paper presents the analysis of the relation between the underground water quality and the composition of the sludge.

METHODS AND MATERIALS

The described sludge originates from Gubin-Guben wastewater treatment plant. This plant purifies municipal wastewater from two border cities: Gubin, Poland and Guben, Germany. The sludge of the wastewater treatment plant is used in land fertilising in the area of the town of Brzozów, West Poland (Fig. 1).

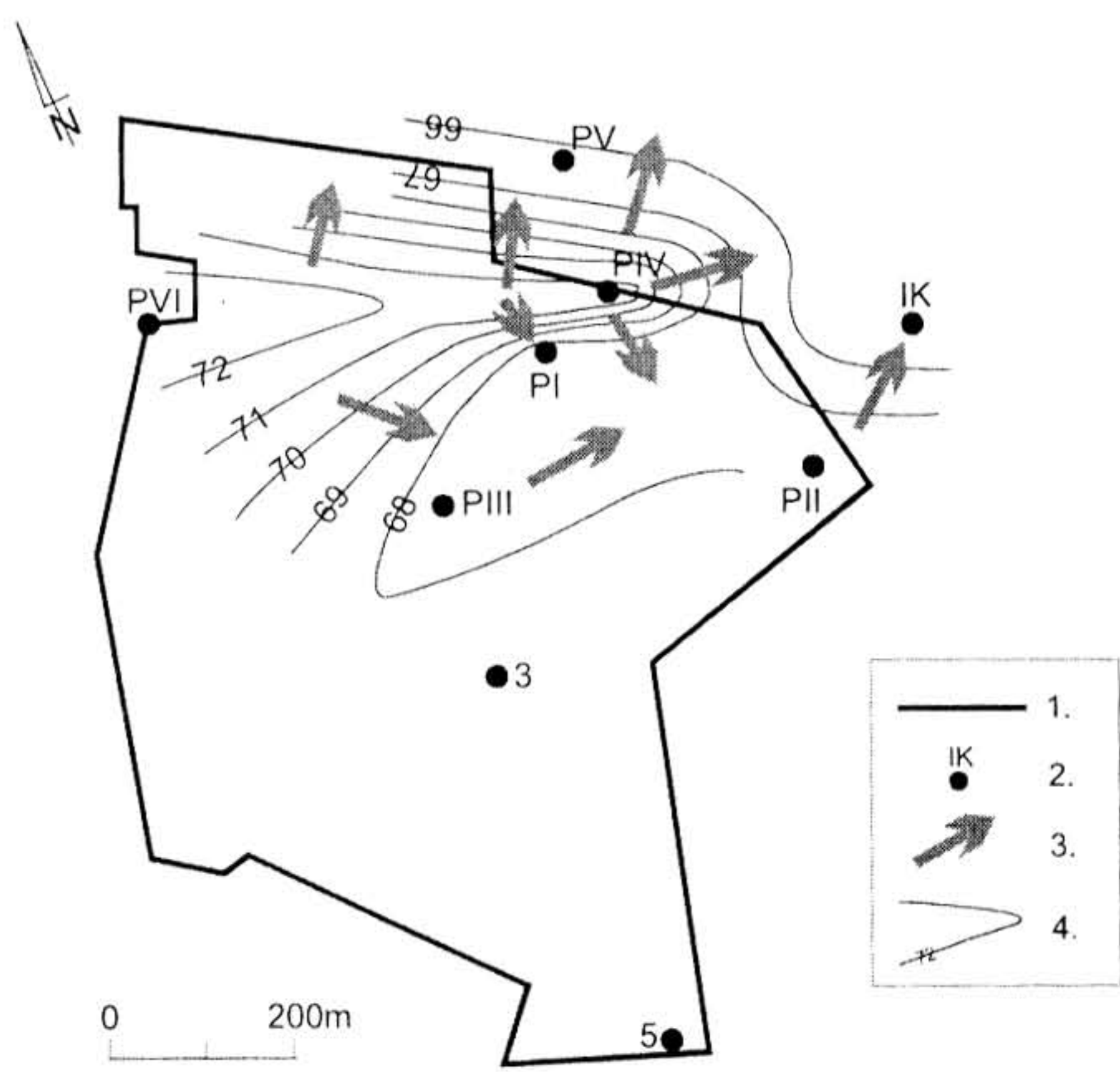


Fig. 1. Situation map of the region of sludge application; Explanation: 1- region's boundary; 2 – point of water uptake; 3 – groundwater flow; 4 – hydroisohypse



In order to evaluate the influence of the agricultural application of the sludge some geological research has been carried out as well as a local monitoring network has been established to observe its influence on the environment. The compositions of groundwater and sewage sludge are analysed each three months.

First, the sewage sludge has been sterilised with calcium carbonate in the amount of 40kg CaCO<sub>3</sub>/m<sup>3</sup> and then applied as a fertiliser. The amount of CaCO<sub>3</sub> is sufficient to the full disinfection of the sewage sludge. The volume of the applied sewage sludge conformed the Decree of Ministry of Environment [Decree...] and amounted 26,6 t of 10%-moisture sludge per a hectare (10,0 t of dry matter) per 5 years. The sewage sludge components have been examined in a treatment plant laboratory. The tests have been carried out according to Decree of Ministry of Environment [Decree...], e.g. the content of heavy metals was examined by spectrometry of atomic absorption.

The composition of groundwater and the sludge have been analysed each three months. Before sampling, each piezometer was cleaned by double or treble pumping. Groundwater samples were delivered to laboratory in 24 hours. The results of the 2001-2002 research are presented in tab. 1.

**Tab. 1. The results of the examination of the sludge of the Gubin-Guben sewage-treatment plant**

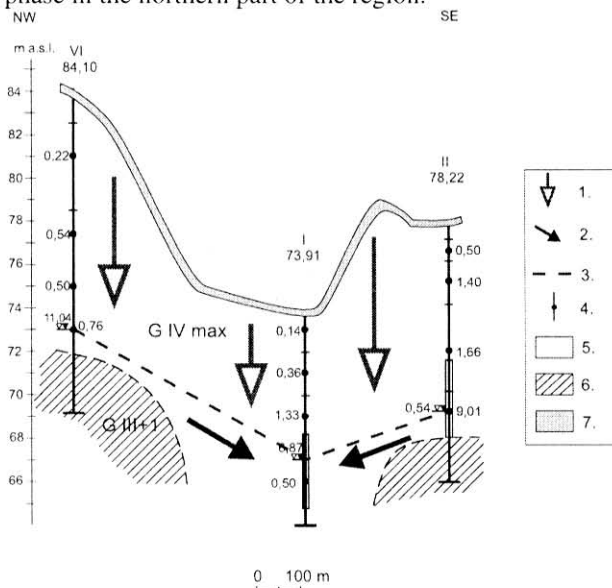
indicator	unit	14.02.01	29.05.01	15.09.01	11.12.01	26.03.02	31.05.02	10.07.02	mean values	typical range
humidity	%	72,6	69,2	73,4	68,8	69,9	48,3	69,4	67,40	-
organic matter	%	48,2	47,0	47,4	36,0	43,4	75,0	49,9	49,56	50,62
reaction	pH	12,1	12,1	10,6	11,9	11,9	10,5	11,3	11,49	6,5-7,5
nitrogen	%	2,39	2,65	2,75	3,00	3,40	4,20	4,7	3,30	3,53
phosphorus	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,10	1,3	1,11	1,28	1,50	2,05	2,45	1,54	3,01
calcium	% CaO	6,3	6,1	11,1	6,3	6,20	7,9	8,4	7,47	3,31
potassium	% K <sub>2</sub> O			0,05			1,20	1,20	0,82	0,4
magnesium	%MgO.	0,54	0,6		0,9	0,78	0,9	1,10	0,80	0,72
zinc	mgZn/kg	167	208	1170	688	414	38	187	410	1350
copper	mgCu/kg	95	97	31	250	290	197	81	149	147
lead	mgPb/kg	22	45	200	85	83	60	14	73	47,5
chromium	mgCr/kg	8,2	6,7	13	15	42	23	13	17	175
nickel	mgNi/kg	9,3	11	24	21	22	22	7	17	30
cadmium	mgCd/kg	1,0	0,8	4	8	2	1	1	2,5	3,3

The values of particular physicochemical parameters vary considerably, e.g. the content of zinc ranges from 38-117-mg Zn/kg of dry matter. pH of the sludge ranges from 10,5 to 12,1. Typical values given in the latest column are average values of the listed features for 156 Polish sewage treatment plants (years 1993-2000).

## INVESTIGATED AREA

The geological structure of the region of the sludge application has been recognised in details to the depth of 15 m under the ground level. There are sand deposits in the subsoil which are glacial outwash of Weichsel glaciation in origin - GIII+1 on Fig. 2 and Fig. 3 [Cepek et al., 1994]. The thickness of the outwash series exceeds 15 m. It consists mainly of medium and coarse sands and locally fine sand and sand gravel mix. In the southern part of the region there are loamy sands of the thickness up to 3m down from the surface of the area.

At the bottom of the fluvioglacial deposits occurs glacial till Saale glaciation in origin - GIVmax on Fig. 2 and Fig. 3 [Linder, 1992]. The top surface partly of the glacial drift is very irregular (Fig. 2, Fig. 3). This is probably partly the result of the glaciotectionic distortions connected with the presence of the glacier front of Brandenburger phase in the northern part of the region.

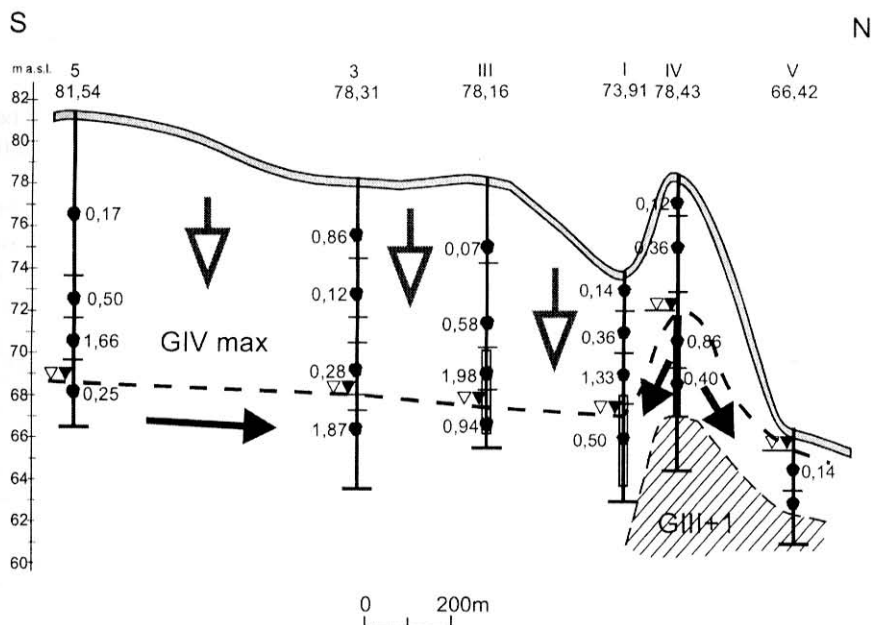


**Fig.2. Geological Section I – I; Explanations: 1 – infiltration of pollution in the unsaturated zone; 2 – water flow in the water bearing layer; 3 – underground water level; 4 – filtration coefficient (m/h); 5 – sands and gravel; 6 – till; 7 – soil**

A single aquifer of the Quaternary level occurs in the subsoil of the described area. The water level stabilises at the depth 0.91-12.81 m under the ground level. The falls of the water level vary (Fig. 1), which results from the elevation of the loamy subsoil in the line of the piezometers IV-VI. The thickness of the unsaturated zone south from the piezometers IV-VI increases from about 6-7m to nearly 11-13 m. (Fig. 3) with the mean value  $m=8.81\text{m}$  for the investigated area. The values of the filtration coefficient



oscillate in the range from  $k=0,075$  m/h up to  $k=1,98$  m/h, with the mean value  $k=0,63$  m/h (for  $n=24$ ). It is also characteristic for the majority of piezometers that the values of the filtration coefficient increase with depth.



**Fig. 3. Geological Section II – II. Explorations – see fig. 2**

The thickness of the unsaturated zone in the recognised (northern) part of the area amounts from about 1m (holes II and VI) up to several meters (holes 3 and IV). The values of the filtration coefficient amount from  $k=0,14$  m/h to  $k=1,87$  m/h. The mean value  $k=0,68$  m/h (for  $n=11$ ) is congruent with the calculated value of the filtration coefficient for the unsaturated zone. Periodical variations of the water level depend exclusively on the meteorological conditions (rainfalls) and amounted from 0,49m (hole III) to 1,88m (I). Assuming the above mean values of the parameters of the unsaturated zone, the time of vertical infiltration through the zone can be calculated (Macioszczyk, 1999) (time of the shift of pollution from the sludge to the groundwater level) which means that chemical compounds can be shifted from sludge to water bearing layer within two weeks:

$$t_a = \frac{m_a \cdot w_o}{\sqrt[3]{\omega^2 \cdot k'}}$$

where:

$t_a$  – time of vertical infiltration through the unsaturated zone  
 $m_a$  – thickness of unsaturated zone [m]

$w_o$  – volumetric humidity [-]  
 $\omega$  – annual efficient infiltration [-]  
 $k'$  – coefficient of vertical filtration in unsaturated zone [m/d]

RESULTS

The data derived from piezometers PI, PII, PIII and the dug well (IK) have been used for the analysis of variation in the chemical composition of groundwater resulting from sludge fertilisation.

The received mean values from the piezometers and the dug well have been compared to the values derived from piezometers PVI. The features of the groundwater derived from the piezometer PVI have been assumed to be the hydrogeochemical background (so, the groundwater composition corresponds to the one before sludge fertilisation). Piezometer PVI was realised in 2002. Thus, the credibility of the comparison is considerably weakened since there has been only one measurement for the piezometer and so the hydrogeochemical background may be not well illustrated.

Tab. 2 Statement of the mean values of indicators in the water of the local monitoring network

	P I	P II	P III	IK	mean values	P VI	increase (%)
pH	6,6	6,8	6,8	6,9	6,8	6,7	1,2
color	22,3	11,0	22,8	20,0	19,0	20	-5,2
oxidization	3,8	3,7	2,9	4,2	3,7	6,5	-78,1
basis	1,7	2,4	1,8	2,6	2,1	4,8	-126,3
Ca	80,7	88,3	76,5	102,0	86,9	80,1	7,8
Mg	11,5	17,1	11,6	14,9	13,8	18,2	-32,0
Fe	2,84	1,98	3,35	0,28	2,12	0,61	71,2
Mn	0,36	0,89	0,55	0,17	0,49	0,15	69,4
N-NH4	0,64	0,78	0,58	0,26	0,57	0,19	66,4
N-NO2	0,06	0,09	0,08	0,08	0,08	0,35	-358,1
N-NO3	17,06	12,21	12,19	17,45	14,73	1,13	92,3
PO	0,11	0,08	0,13	0,52	0,21	0,13	38,2
Cl	34,1	34,2	26,4	34,1	32,2	38	-18,0
SO4	84,1	97,0	87,1	120,0	97,1	40	58,8
K	17,8	13,2	6,6	20,5	14,5	9,8	32,6
Na	8,8	11,6	7,1	13,8	10,3	22,6	-118,8
detergents	0,035	0,038	0,023	0,015	0,028	0,001	96,4
Zn	0,416	0,358	0,091	0,508	0,343	0,071	79,3
Cu	0,013	0,012	0,009	0,013	0,012	0,028	-138,1
Pb	0,014	0,010	0,011	0,014	0,012	0,026	-112,7
Cr	0,008	0,007	0,005	0,006	0,007	0,008	-23,1
Ni	0,013	0,013	0,009	0,011	0,011	0,020	-76,9
Cd	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	-21,5

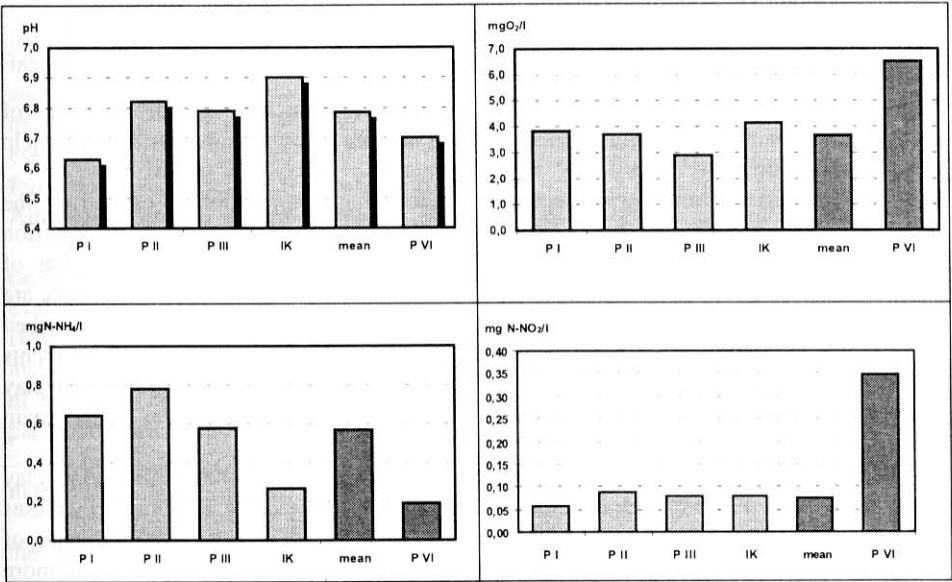


The comparison of the derived values reveals that:

- pH of groundwater has increased from 6,7 to 6,8;
- oxidising abilities of water has decreased from 6,5 to 3,5 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>;
- the content of ammonia nitrogen has increased from 0,19-0,60 mg NH<sub>4</sub>/dm<sup>3</sup>;
- the content of sulphate has increased from 40 to 90 mg SO<sub>4</sub>/dm<sup>3</sup>;
- the content of detergents has increased from 0,0015-0,0320 mg/dm<sup>3</sup>;
- the content of zinc has increased from 0,07-0,30 mg Zn/dm<sup>3</sup>.

But there is a slight decrease in the number of heavy metal ions:

- the content of copper has decreased from 0,028 to 0,012 mg Cu/dm<sup>3</sup>;
- the content of lead has decreased from 0,026 to 0,012 mg Pb/dm<sup>3</sup>;
- the content of chromium has decreased from 0,008 to 0,007 mg Cr/dm<sup>3</sup>;
- the content of nickel has decreased from 0,020 to 0,011 mg Ni/dm<sup>3</sup>.



**Fig. 4. Comparison of mean value of some parameters in piezometers and well with hydrogeochemical background**

### DISCUSSION

The data from Tab.2 demonstrate deterioration in groundwater quality within the investigated area. The authors have noticed increase in the amount of SO<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>, Zn, Mn, Fe, K and detergents. The applied sewage sludge is the only possible contamination source. Also high correlation coefficients (up to 0,94) calculated for some groundwater's ingredients (Tab. 3) indicate one, common source of pollution.

**Tab. 3. Values of the correlation coefficient (r) between the selected ions in the local monitoring network, (det – detergents)**

ions	PI	PI + PIII	PI + PII + PIII + testwell IK
Cl-SO <sub>4</sub>	0,92	0,70	0,60
NH <sub>4</sub> -NO <sub>2</sub>	0,87	0,69	0,58
NH <sub>4</sub> -det	0,45	0,27	0,39
NH <sub>4</sub> -Ni	0,74	0,68	0,51
NH <sub>4</sub> -Cu	0,94	0,84	0,71
NO <sub>2</sub> -Cu	0,91	0,84	0,62
Cu-Ni	0,65	0,60	0,49
Cr-Ni	0,77	0,66	0,59
Zn-Cl	-	0,65	0,45

Because of the short time of vertical filtration (about 2 weeks) the elements of sludge may be quickly transferred from ground surface into groundwater with the help of infiltrating rain.

The decrease in number of heavy metal ions has been probably caused by the improvement in sorption features of the ground because of the increase in pH reaction [Kabata-Pendias, Pendias, 1992; Sukreeyapongse et al., 2002; Tan, 2000]. Sorption of soils in our climate consists mainly in cation sorption. Absorbents of heavy metals are clay mineral, zeolites, metal hydroxides and oxides and organic matter. In the described case only clay minerals and metal hydroxides and oxides may be treated as absorbents in the whole aquifer and organic matter in soil. Because of a small amount of clay minerals in the outwash deposits, the organic matter in the soil layer is the main absorbent.

Cation exchange capacity of organic matter amounts 150-400 cmol(+)/kg, clay minerals 10-150 cmol(+)/kg, and sands 1-10 cmol(+)/kg. The capacity usually increases with the increase in pH [Brady, 1984; Sikora, Budek, 1996; Tan, 2000] because of releasing H<sup>+</sup> ions from sorptive complex. For pH ≥ 7 exchangeable metal ions are more than 80% of the exchange complex of soil colloids.

Ni, Cd, Cu and Pb ions are quickly absorbed by clay minerals and organic matter [Bojkowska, Sokołowska, 1992; Kabata-Pendias, Pendias, 1992; Macioszczyk, Dobrzyński, 2002]. Also in the studied case the heavy metals delivered with sludge may be bound in the soil's exchange complex. The high pH of sewage sludge (average 11.5) raised the soil's pH as well as in the cation exchange capacity. However, the exchange capacity of the investigated soil (a podzoi formed from sands with low content of humus) is very small and may not be sufficient for the next sewage sludge application [Tan, 2000]. Also the sands of the outwash deposits are of a low exchange capacity because of an inconsiderable content of clay fractions [Bągińska, 1994].

The abatement of heavy metals content could be also caused by the precipitation of insoluble compounds in groundwater. The sewage sludge fertilising has resulted in an increasing amount of other components, e.g. SO<sub>4</sub> (by 142%) and CO<sub>3</sub>. Some of the



heavy metal ions (Ni, Pb, Cr) create compounds with these anions. Both nickel carbonate and lead carbonate and sulphate are practically insoluble compounds [Macioszczyk, Dobrzyński, 2002]. In spite of high content of  $\text{CaCO}_3$  in sewage sludge (average 7,47%) there is only little increase in  $\text{CO}_3$  in groundwater (8,5%).  $\text{CO}_3$  might have been bound in insoluble compounds, e.g. with heavy metals. Chromium does not remain in groundwater. It precipitates as a suspension or bonds with phosphates and hydroxides [Kabata-Pendias, Pendias, 1992]. Zinc was the only heavy metal ion which content has increased, probably because of low solubility of its compounds and almost lack of sorption by clay minerals. Zinc is one of the most active ions and is also easily accessible for plants.

## CONCLUSIONS

The carried out analysis reveals that the examined sewage sludge applied to the land has a negative influence on groundwater quality. A repeated increase in contents of some ions e.g. zinc, ammonia nitrogen and nitrate nitrogen ions as well as the contents of detergents has been recorded. The increased content of ammonia nitrogen exceeds even the standards for drinking water. The pollution with heavy metals has not been found to be hazardous, which may be initially attributed to the high pH of the sludge. Although, it can be just time-delayed, until the soil's sorptive capacity is depleted.

The paper presents only a part of the results of the examinations, which has been carried out for two years now. The short time of the observations does not allow a full evaluation of the influence of the land application of sludge on groundwater quality.

However, a considerable influence of high pH of sludge on the content of ions of heavy metals in groundwater is observed, since the high pH results in a decrease in the number of heavy metal ions. The variations in the water quality within the mean values of parameters are considerable and may exceed 100%.

It may also be concluded that after the depletion of the sorption capacity of the soil in the unsaturated zone the composition of water will deteriorate.

The essential limitation of the presented analysis is the lack of the reliable data on the hydrogeochemical background and the values of the natural variations of the parameters within a year and a decade of years.

## REFERENCES

- BAGIŃSKA B., 1994: Sorptive properties of outwash deposits and its effect on groundwater chemistry on agriculture region. (in Polish) *Przegląd Geologiczny*, 2.
- BOJKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G., 1992: Forms of Cd, Pb and Zn occurrence in Polish contemporary alluvial deposits (in Polish). *Przegląd Geologiczny*, 6.
- BRADY N.C., 1984: *The Nature and Properties of Soils*. Macmillan Pub. Com., New York.



- CEPEK A., HELLWIG D., NOWEL W., 1994: Zur Gliederung des Saale-Komplexes im Niederlausitzer Braunkohlerzeier. Brandenburgische Geowissenschaftliche Beiträge 1.
- Decree of Ministry of Environment about municipal sewage sludge from 27. August 2002
- FYTIANOS K., CHARANTONI E., VOUNDRIAS E., 1998: Leaching of heavy metals from municipal sewage sludge. *Environ. Int.* 4 (24).
- JEONG CH. H., 2001: Effect of land use and urbanisation on hydrochemistry and contamination of groundwater from Taejon, Korea, *Journal of Hydrology* 253.
- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H., 1992: Trace elements in soils and plants. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- LINDNER L., 1992: Quaternary (in Polish). Wyd. PAE, Warsaw.
- MACIOSZCZYK A., DOBRZYŃSKI D., 2002: Hydrogeochemistry of active exchange groundwater zone. Wyd. Naukowe PWN, Warsaw.
- MACIOSZCZYK T., 1999: Time of water vertical infiltrating as indicator of aquifers shielding. *Przegląd Geologiczny* 8.
- MORENO J., PEREZ A., ALIAGA A., HERNANDEZ T., 2003: The ecological dose of nickel in a semiarid soil amended with sewage sludge related to the unadmended soil. *Water, Air and Soil Pollution* 143.
- NYAMANGARA J., MZEZEWA J., 1999: The effect of long-term sewage sludge application on Zn, Cu, Ni and Pb levels in a clay loam soil under pasture grass in Zimbabwe, *Agriculture, Ecosystems and Environment* 73.
- REUTER G.J., SAUNDERS W.R., DALTON R.I., ALTHOFF W.F., 1983: An emergency hydrogeologic evaluation of a chemical dump site. *Ground Water* 21(5)
- RYDIN E., 1996: Experimental studies simulating potential phosphorus release from municipal sewage sludge. *Wat. Res.* 7 (30).
- SIKORA W., BUDEK L., 1996: Mineralogical composition and sorptive properties of some common clayey rock from Poland (in Polish). *Przegląd Geologiczny* 6.
- SINTIC A., 2001: Entwicklung der Klärschlamm Entsorgung in europäischen Raum. *Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall* 8 (48).
- SUKREEYAPONGSE O., HOLM P., STROBEL B., PANICHSAKPATANA S., MAGID J., HANSEN H., 2002: pH-dependent release of Cd, Cu and Pb from natural and sludge-amended soils. *J. Environ. Qual.* 31.
- TAN K.H., 2000: Environmental soil science, Marcel Dekker Inc, New York.
- WALPER G., 2002: Landwirtschaftliche Klärschlammverwertung in Hessen. *Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall* 4 (49).
- WANG M-J., 1997: Land application of sewage sludge in China. *The science of the total Environment* 197.
- WIEBUSCH B., COVERDALE S., 2002: Klärschlammverwertung und -entsorgung bei der Northumbrian Water im Nordostern Englands. *Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall* 1 (49).



**Barbara Grabowska-Olszewska**

Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej, Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski

## ZACHOWANIE SIĘ GRUNTÓW SPOISTYCH W WARUNKACH POWODZI I SUSZY

## THE BEHAVIOR OF COHESIVE SOILS IN THE FLOOD AND DRAUGHT CONDITION

**Słowa kluczowe:** Ca i Na montmorillonit, kaolinit, właściwości hydrofilne, granica płynności metodą Casagrandy i stożka, chemizm wody.

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono wyniki badań właściwości fizycznych gruntów modelowych i ich mieszanin (kaolinit, montmorillonit) wyrażających różną zdolność do wiązania wody (hydrofilność). Wykazano wpływ kationów wymiennych (Ca, Na) na uzyskane wartości. Udowodniono, że metoda Casagrandy daje wyższe wartości granicy płynności ( $w_L$ ) od metody stożka. Skład chemiczny wody oddziałującej na grunty spoiste w zasadniczy sposób wpływa na ich właściwości fizyczne i mechaniczne.

**Key words:** Ca and Na montmorillonite, hydrophilic properties, Casagrande and cone penetrometer tests, the chemical composition of water.

**Summary:** The paper presents the results of physical property tests expressing hydrophilic properties of a mixture of the model clays (kaolinite and montmorillonite). It is shown that these properties are influenced by exchangeable cations (Ca, Na). The Casagrande method for determination of the liquid limit ( $w_L$ ) produces higher values than those obtained using the cone method. The chemical composition of water is responsible for physical and mechanical properties.

Spośród gruntów mineralnych rodzimych jedynie grunty spoiste są tymi, które pod wpływem wody, zmieniają swoje właściwości, przy czym dynamika tych zmian, wzrasta w kierunku wzrostu procentowej zawartości frakcji ilowej w danym gruncie.

Zmiany te są efektem interakcji wody ze szkieletem mineralnym, reprezentowanym głównie przez minerały ilaste o określonym składzie kompleksu sorpcyjnego. To one sprawiają, iż ten sam grunt w warunkach suszy osiąga minimalną objętość przy wilgotności odpowiadającej granicy skurczalności i maksymalną przy nasyceniu wodą odpowiadającą wilgotności granicy płynności.

Dalsza penetracja wody w przestrzeń porową może doprowadzić już tylko do zniszczenia struktury, wywołując przejście w stan płynny. Jest to związane z procesem

określanym terminem „rozmakanie” i w przybliżeniu może odpowiadać stanom powodziowym. Przy zmieniającej się dynamice oddziaływania wody na grunty spoiste w warunkach powodzi i suszy, prognoza dotycząca właściwości tych gruntów musi uwzględnić (na ile jest to możliwe) dynamikę tych zmian. W okresie gdy Normy „Polskie Grunty Budowlane” były obowiązujące, badanie właściwości gruntów, wyrażające współdziałanie szkieletu mineralnego z wodą, wymagały stosowania wody destylowanej.

Autorka w swych publikacjach niejednokrotnie zwracała uwagę na fakt, iż właściwości fizyczne układu dwu fazowego grunt-woda, winny być badane z zastosowaniem wody o chemizmie odpowiadającym naturalnemu dla danego terenu, a nie wody destylowanej. Prognozowanie zmian właściwości fizycznych gruntów spoistych komplikuje się, gdy na grunty budujące wały przeciw-powodziowe oddziałuje woda rzeczna, której chemizm podlega niezmiennie dynamicznym zmianom, najczęściej nie przewidywalnym.

Godnym podkreślenia jest też fakt, iż wartości parametrów wyrażających hydrofilność gruntów spoistych zawsze uzyskują wyższe wartości przy oddziaływaniu wody destylowanej, niż te same parametry badane z zastosowaniem wody o naturalnym chemizmie. Prawidłowości te, wynikają z różnej energii oddziaływania sił Van der Waasla, warunkujących zmienną grubość warstwy podwójnej, która maleje w kierunku wzrostu stopnia mineralizacji wody [van Olphen, 1963] ograniczając tym samym energię współdziałania gruntu z wodą.

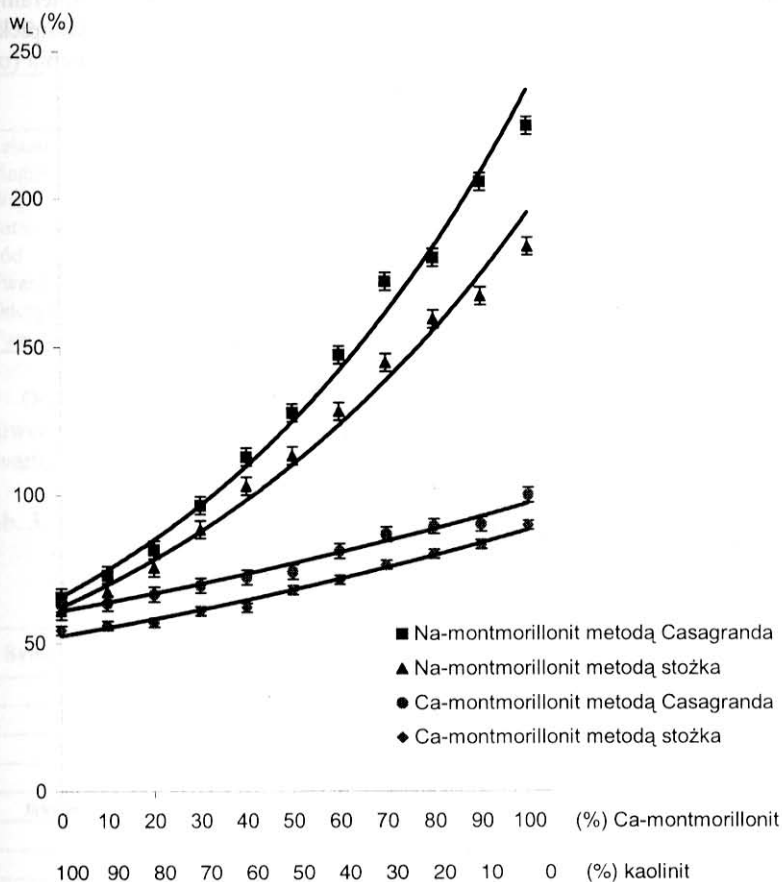
Metodyka badań również odgrywa ważną rolę: np. granica płynności gruntu obciążanego dynamicznie może być badana metodą Casagrandy, gdy grunt zaś będzie poddawany obciążeniom statycznym – metodą stożka. Tę prawidłowość w odniesieniu do czystych minerałów ilastych o sodowym i wapniowym kompleksie sorpcyjnym oraz ich mieszanin badanych dwoma wymienionymi wyżej metodami ilustruje rys. 1.

Dalsze przykłady o wpływie składu mineralnego i kompleksu sorpcyjnego (wapniowego i sodowego) na właściwości hydrofilne montmorillonitu i kaolinitu przedstawiono w publikacji Grabowskiej-Olszewskiej [2002].

Prawidłowości zilustrowane na rys. 1 nie będą tak czytelne, gdy na wały przeciw-powodziowe zbudowane z gruntów spoistych, lub przy ich udziale, oddziaływać będą wody zanieczyszczone metalami ciężkimi oraz związkami organicznymi (polarnymi i niepolarnymi).

Jak wykazała Helios-Rybicka [1986] w wodach rzek zanieczyszczonych ściekami przemysłowymi lub komunalnymi obecne są najczęściej takie metale ciężkie jak: Hg, Cd, Pb, Zn, Cr, Cu, Ni, As. Ich zróżnicowane wartościowości od 2-6 będą modyfikowały kompleksy sorpcyjne minerałów ilastych i tym samym ich hydrofilność, która będzie kolejno maleć w kierunku wzrostu wartościowości metali ciężkich związanych przez minerały ilaste. W wodach rzek stanów powodziowych zmienia się także ich chemizm, wyrażany przez pH, który oddziałuje na zdolność do pęcznienia. Wyniki przedstawione w tabeli 1 są tego jednym z wielu przykładów.



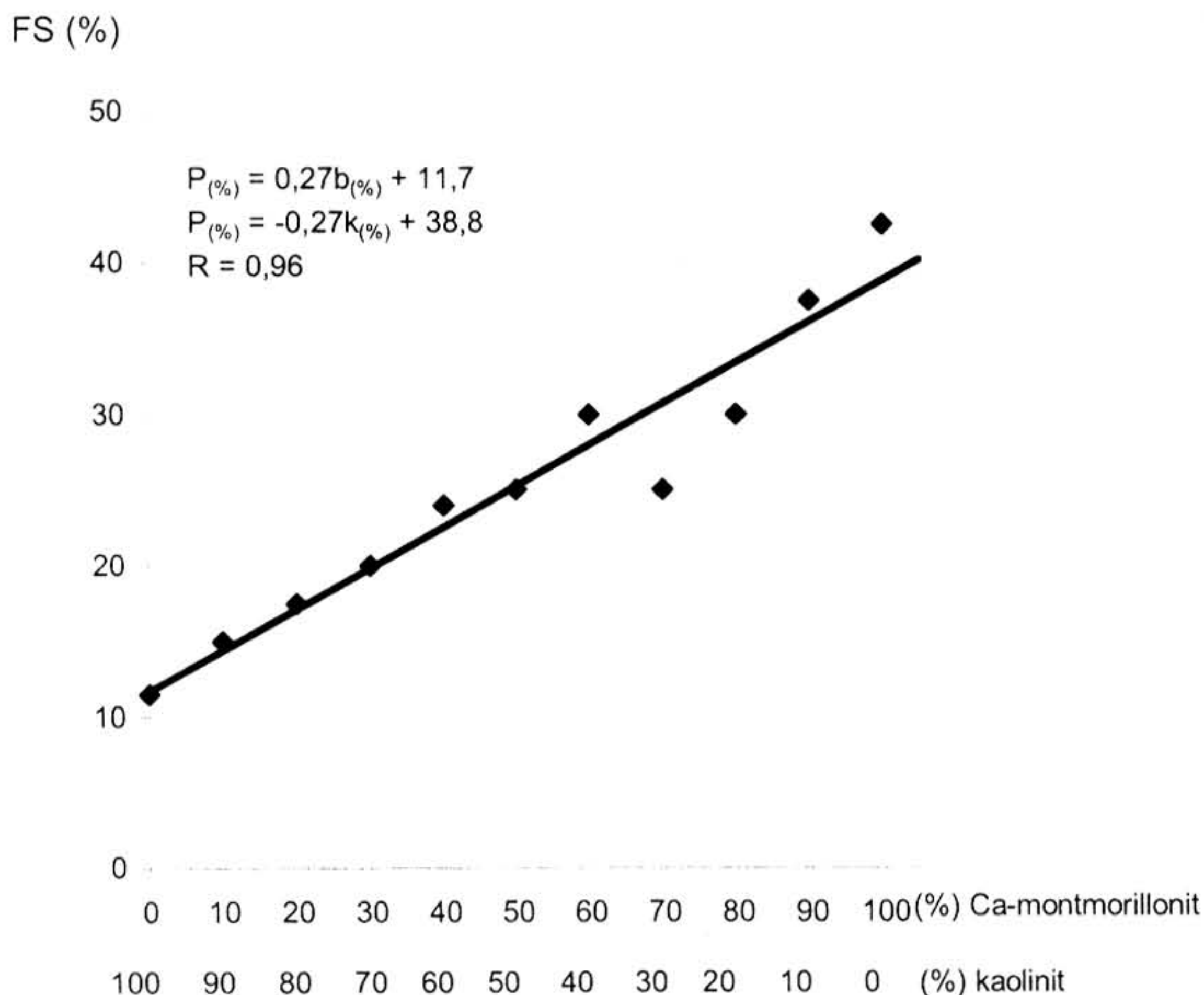


Rys. 1. Zależność między wartościami granicy płynności ( $w_L$ ) a procentową zawartością mineralów ilastych i ich mieszanin o różnym kompleksie sorpcyjnym [Grabowska-Olszewska, 2002]

Tab. 1. Pęcznienie swobodne (FS) bentonitów z Radzionkowa nasycanego roztworami o różnym pH wg ASTM D4546-90 [Grabowska-Olszewska, 1994]

Typ litologiczny	Gęstość objętościowa, $\rho_d$ Mg/m <sup>3</sup>	FS (%)		
		pH		
		2	7	13
A	1,50	23 - 33	38 - 53	53 - 68
B	1,50	33 - 95	58 - 110	70 - 138

Innym przykładem wskazującym istnienie zależności między składem mineralnym i chemizmem wody a potencjalną możliwością zmian deformacyjnych w kompleksie gruntowym wyrażonym poprzez pęcznienie swobodne (FS) i ciśnienie pęcznienia ( $\sigma_{sp}$ ), są dane przedstawione na rys. 2 oraz w tabelach 2, 3.



**Rys. 2. Zależność między pęcznieniem swobodnym (FS) a procentową zawartością mineralów ilastych i ich mieszanin [Grabowska-Olszewska, 2002]**

Zmiany deformacyjne jak wspomniano na wstępie to także skurcz, który zachodzić będzie w warunkach suszy. Znana prawidłowość mówiąca o tym, że im intensywniej grunt wiąże wodę przy jego nasyceniu tym intensywniej ją „oddaje” przy wysychaniu, prowadzi do powstawania szczelin, które stają się naturalnymi drogami migracji wody w głąb np. wałów powodziowych. Projektant i wykonawca muszą zdawać sobie z tego sprawę.



Tab. 2 Skład chemiczny wód [Gawriuczenkow, Krzynówek, 1998]

Oznaczenie	Oligoceńska [mg/dm <sup>3</sup> ]	Czwartorzędowa [mg/dm <sup>3</sup> ]
Żelazo ogólne	9,8	5,3
Magnez	15,3	28,1
Wapń	41,2	216,3
Potas	7,9	3,1
Sód	71,1	55,2
Twardość ogólna	165,7	655,6
Odczyn pH	7,4	7,1
Twardość węglanowa	260,0	351,0

Obie wody pobrano ze studni znajdującej się na terenie Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego. Woda oligoceńska z głębokości 221 m p.p.t, woda czwartorzędowa z głębokości 18 m p.p.t.

Tab. 3. Wyniki badań bentonitów nasyconych różnymi roztworami  $\rho_d$  - gęstość objętościowa szkieletu gruntowego,  $\sigma_{sp}$  - ciśnienie pęczenia (Gawriuczenkow, Krzynówek, 1998)

Symbol próbki	Rodzaj wody nasycającej	$\rho_d$ [Mg/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_{sp}$ [kPa]
R <sub>7</sub>	woda destylowana	1,57	412
R <sub>7</sub>	woda oligoceńska	1,57	315
R <sub>7</sub>	woda czwartorzędowa	1,49	233
R <sub>4</sub>	woda destylowana	1,53	538
R <sub>4</sub>	woda oligoceńska	1,55	521
R <sub>4</sub>	woda czwartorzędowa	1,55	479
S <sub>4</sub>	woda destylowana	1,48	674
S <sub>4</sub>	woda oligoceńska	1,53	585
S <sub>4</sub>	woda czwartorzędowa	1,50	515

## WNIOSKI

W artykule autorka starała się udowodnić tezę, iż laboratoryjne badania gruntów spoistych, które w rzeczywistości będą poddawane ekstremalnym stanom nasycenia wodą rzeczna (powódź – susza) winne być zaprojektowane w taki sposób, aby na szkielet mineralny oddziaływała woda o zbliżonym chemizmie do rzeczywistego, a metodyka badań w możliwie największym stopniu uwzględniała rodzaj obciążeń przekazywanych na grunt. Przeniesienie, bowiem wyników uzyskanych zgodnie np. z PN-88/B-04481 do oceny zachowania się w terenie wałów przeciwpowodziowych obarczone będzie zbyt wielkim błędem. Ogólnie można stwierdzić, iż wody rzek, ze względu na zanieczyszczenia chemiczne w rzeczywistości stają się „sprzymierzeńcem

człowieka” powodując mniej intensywne intereareakcje z wodą. Gwarantuje to podwyższoną stabilność wałów.

## LITERATURA

- GRABOWSKA-OLSZEWSKA B., 1994: Free swell of bentonite from Radzionków (Poland). Proceedings Seventh International Congress International Association of Engineering Geology, 5-9 September 1994 Lisboa/Portugal.
- GRABOWSKA-OLSZEWSKA B., 2002: Modelling physical properties of mixtures of clays: example of a two-component mixture of kaolinite and montmorillonite. Applied Clay Science, Elsevier, Vol. 22, No 5, pp. 251-259.
- GAWRIUCZENKOW I. KRZYNÓWEK M., 1998: Ciśnienia pęcznienia badane w aparacie Firmy Geonor - wybrane czynniki wpływające na uzyskane wartości. Współczesne problemy geologii inżynierskiej w Polsce. Materiały II Ogólnopolskiego Sympozjum w Kiekrzu k/Poznań, 28-30 maj 1998, 133-138.
- HELIOS-RYBICKA E., 1986: Rola minerałów ilastych w wiązaniu metali ciężkich przez osady górnej Wisły. Zeszyty naukowe AGH, z. 32, Kraków.
- OLPHEN VAN H., 1963: Structural bonds and the properties of clays. Bull. IAEG nr 12, Krefeld, 30-43.



**Andrzej Greinert**

Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski

## LICZBY GRANICZNE ZANIECZYSZCZENIA GLEB W POLITYCE PROEKOLOGICZNEJ PAŃSTWA

## SOIL CONTAMINATION THRESHOLD VALUES AS ELEMENT OF THE PRO-ECOLOGICAL STATE POLITICS

**Słowa kluczowe:** liczby graniczne, stan środowiska, stan gleb.

**Streszczenie:** Gospodarka zasobami glebowymi, jako częścią środowiska przyrodniczego, bazuje na określeniu ich stanu. Ten z kolei postrzegany jest najczęściej jako efekt porównania sytuacji rzeczywistej do liczb granicznych. Praca przedstawia mechanizmy konstruowania liczb granicznych stanu gleb, oparte współcześnie nie tylko na wiedzy przyrodniczej, lecz także na: polityce, gospodarce, ekonomii i socjologii. Ten stan ma, w założeniach, pozwolić na zgranie oczekiwań wobec rozwoju państwa z koniecznością ochrony przyrody. Na bazie osiągnięć nauki polskiej i zagranicznej praca komentuje także zapisy najnowszych ustaleń prawnych w Polsce na temat standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi – Rozporządzenie MOŚ RP z dnia 4 października 2002 r.

**Key words:** threshold values, environment quality, soil quality.

**Summary:** Economy with soil resources, as with part of natural environment, bases oneself on qualification of their quality. Most often this is perceived as comparison of real situation to the limit values. Work presents mechanisms of constructing of soils threshold values, leaning in a modern manner not only on natural science, but also on policy, economy and sociology. This state has, in foundations, to permit on team-work of expectations in the development of state with necessity of preservation of nature. On base of successes of Polish and foreign science, work comments also recordings of latest law regulations in Poland on theme of standards of quality of soil and of standards of quality of the ground – Order MOŚ RP from day 4 of October 2002.

## WPROWADZENIE

Zrównoważona gospodarka zasobami naturalnymi nieodłącznie wiąże się z koniecznością określenia stanu środowiska przyrodniczego w danym miejscu i czasie. Przyjęciu przez państwo określonego kierunku postępowania wobec gospodarowania zasobami przyrody oraz ochrony środowiska, towarzyszy konieczność sprecyzowania



warunków brzegowych tych działań. Takimi są określenia progów dopuszczalnej zawartości składników w poszczególnych elementach środowiska – glebach, wodach, atmosferze i biosferze.

Z założenia ochronie podlegają te elementy środowiska przyrodniczego, które nie wykazują negatywnego wpływu na organizmy żywe. W razie stwierdzenia takich przejawów, działania ochronne poprzedzane są eliminacją lub zmniejszeniem zagrożeń oraz usunięciem już zaistniałych negatywnych skutków. Ostatnie dziesięciolecia przyniosły także nową wartość w postaci wdrażania działań profilaktycznych, zmierzających do niedopuszczenia do wystąpienia zjawisk negatywnych wobec przyrody.

Skuteczność omawianych działań jest w dużej mierze zależna od rozpoznania stanu poszczególnych elementów środowiska przyrodniczego. Rozpoznanie to musi w sposób możliwie komplementarny odpowiedzieć na kilka zasadniczych pytań:

- Jakie wskaźniki w sposób najlepszy odzwierciedlają stan środowiska przyrodniczego?
- Jakie wskaźniki mogą być w możliwie prosty sposób sprawdzone przez specjalistyczne służby?
- Jaki stan gleb, wód, powietrza atmosferycznego i biosfery jesteśmy skłonni uznać za naturalny?
- Od którego momentu można mówić o nienaturalnym stanie elementów środowiska przyrodniczego? (wartości brzegowe = liczby graniczne)
- Jakie cechy przyrody warunkują skuteczne przeciwstawianie się negatywnym zjawiskom pochodzenia naturalnego i antropogenicznego?
- Jaki poziom odkształceń jest akceptowalny przez organizmy żywe występujące na danym obszarze?
- Jaki poziom odkształceń jest akceptowalny z uwagi na konieczność ochrony zasobów wód gruntowych?

Odpowiedź na powyższe pytania rodzi kolejne problemy natury formalno-prawnej. Należy bowiem stwierdzić na jakim poziomie legislacji powinny znaleźć się wytyczne dotyczące stanu środowiska przyrodniczego, co i w jaki sposób powinno być określone w aktach prawnych, jakie winny być następstwa niedopełnienia zapisów wytycznych. Tego rodzaju zapisy nie pozostają bez wpływu na rozwój różnego rodzaju form aktywności człowieka na terenie objętym określonymi zapisami prawnymi.

## **LICZBY GRANICZNE STANU GLEB W POLSCE NA TLE OSIĄGNIĘĆ INNYCH PAŃSTW**

We współczesnym świecie liczby graniczne wpisują się nie tylko w politykę proekologiczną państwa, lecz także ekonomiczną i socjalną. Odbyna się to przy tym na różnych szczeblach zglobalizowanego zarządzania zasobami Ziemi. Cykl postępowania formalno-prawnego przy wyznaczaniu liczb granicznych obejmuje określenie:

- obowiązujących regulacji międzynarodowych (presja zewnętrzna);
- priorytetów rozwoju państwa;



- ekonomicznych możliwości państwa;
- polityki rządu wobec środowiska przyrodniczego;
- potrzeb człowieka (modelu życia);
- gotowości „poświęcenia się” dla przyszłych pokoleń;
- stanu wyjściowego środowiska przyrodniczego.

Jakość tworzonego prawa, w tym i ustalenie liczb granicznych dla poszczególnych elementów środowiska przyrodniczego, wiąże się z wieloma zagadnieniami natury ogólnej, z których wymienić należy:

- poziom ogólnego wykształcenia społeczeństwa;
- poziom wiedzy ekologicznej społeczeństwa, w tym osób tworzących ciała stanowiące prawo;
- aktywność ruchów i partii proekologicznych;
- presję społeczności lokalnych na proekologiczne działanie władz.

W odniesieniu do stanu gleb najczęściej dotychczas określanymi wskaźnikami są zawartość metali ciężkich, związków ropopochodnych, próchnicy glebowej, odczyn, zasolenie, wielkość kompleksu sorpcyjnego i jego wysycenie, stosunek C:N, zawartość glinu ruchomego, pierwiastków promieniotwórczych, zbitość gleby oraz miano coli i miano *Clostridium perfringens*. Dane te uzupełniane są o obszarowe kategorie strukturalne, jak stopień zabudowy technicznej, czy zalesienia. Czasem podawany jest też wskaźnik wodoprzepuszczalności materiałów glebowych.

Znaczna ilość opracowań naukowych, zaowocowała obecnością w większości krajów liczb granicznych dotyczących zawartości metali ciężkich w glebach. Długie rozważania przy tym dotyczyły (i dotyczą w dalszym ciągu) przedstawienia tła geochemicznego zawartości tych pierwiastków w glebach różnych krajów i stref klimatyczno-glebowych na tle zróżnicowania pokrywy glebowej.

Średnia zawartość metali ciężkich w Polsce na tle świata, poza obszarami przemysłowymi, miejskimi i komunikacyjnymi (obszarami bezpośredniej antropopresji) przedstawiana jest jak ujęto to w tabeli 1.

**Tab. 1. Średnia zawartość metali ciężkich w glebach w Polsce na tle świata**

Pierwiastek	zawartość w glebach polskich		średnia światowa
	zakres	średnia	
	Kabata-Pendias, Pendias (1992)		
	[mg kg <sup>-1</sup> ]		
Cd	0,20-0,31	0,22	0,5
Pb	< 20	13,8	25-40
Zn	< 40	33,2	27-235
Cu	6-53	6,7	1-140
Ni	< 10	6,5	< 100

Na szerokiej podstawie gleboznawczej opracowano w Polsce tabelę liczb granicznych zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi [IUNG; Kabata-Pendias, 1995], odnoszącą się do wyznaczonego tła geochemicznego dla gleb o zróżnicowanej zawartości materii organicznej, części spławialnych i odczynu (grupy gleb: AG, BG i



CG). Tym samym odzwierciedlono sekwencję możliwych zdarzeń dotyczących możliwości sorpcji, migracji i dostępności dla organizmów żywych metali ciężkich zawartych w glebach.

Ocena stanu gleb Polski na podstawie tak wyznaczonych liczb granicznych daje podstawę do wnioskowania o względnej czystości tego obszaru. Ilustruje to tabela 2, przedstawiająca dane dla wybranych terenów.

**Tab. 2. Stan gleb Polski na wybranych obszarach [Terelak i in., 1995]**

OBSZAR (woj. do roku 1998)	POZIOM ZANIECZYSZCZENIA			
	0	I+II+III+IV+V	0+I	II+III+IV+V
Gorzów Wlkp.	95,68	4,32	100,00	0,00
Katowice	28,57	71,43	71,77	28,23
Legnica	69,64	30,36	93,12	6,88
Poznań	91,75	8,25	98,79	1,21
Szczecin	87,28	12,72	98,75	1,25
Warszawa	85,59	14,41	97,28	2,62
Wrocław	82,03	17,97	98,58	1,42
Zielona Góra	91,78	8,22	99,66	0,34
POLSKA	80,29	19,71	97,38	2,62

0 – gleby o naturalnej zawartości metali ciężkich

I – gleby o podwyższonej antropogenicznie zawartości metali ciężkich

II – gleby lekko zanieczyszczone metalami ciężkimi

III – gleby średnio zanieczyszczone metalami ciężkimi

IV – gleby silnie zanieczyszczone metalami ciężkimi

V – gleby bardzo silnie zanieczyszczone metalami ciężkimi

Analogiczne tabele zaproponowano także dla zawartości S-SO<sub>4</sub>, S-ogółem i 16 związków z grupy WWA wg „Listy US EPA” [Kabata-Pendias, 1995].

Ujęcie właściwości sorpcyjnych gleb, warunkowanych przez zawartość materii organicznej i frakcji ilowej dla sprecyzowania liczb granicznych zawartości zanieczyszczeń w glebach nie jest obce także innym opracowaniom. Obejmuje je m.in. Master Plan dla Ochrony Gleb w Autonomicznym Kraju Basków [Castillo, Iturrondobeitia, 1995], a częściowo także „Lista Holenderska”.

Inne gremia zdecydowały się na powiązanie liczb granicznych stanu gleb z formą użytkowania lub lokalizacją terenu. Widoczne jest to m.in. w odniesieniu do Dyrektyw EEC 67/548, 90/517, 91/325, 91/326, „Listy Berlińskiej”, niemieckiej EBBodSchG (Ustawy o ochronie gleb) [Dinkelberg, Bachmann, 1995], holenderskiej Soil Protection Act (Ustawy o Ochronie Gleby) [1994], przepisów włoskich [Milani i in., 1995], ustaleń Eikmanna i Kloke [1993]. Droga tą poszły także (z modyfikacjami) rozważania twórców Rozporządzenia MOŚ RP w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi [DzU02.165.1359 z dnia 4 października 2002 r.].



## LICZBY GRANICZNE STANU GLEB W PRAWIE POLSKIM

Liczby graniczne opracowane dla poszczególnych elementów środowiska przyrodniczego mają różne zastosowanie i znaczenie. Te wyznaczone i stosowane przez naukowców do opisu analizowanych obszarów i zjawisk mogą być postrzegane w kategoriach edukacji i nacisku. Dopiero umieszczenie odnośnych zapisów w prawie państw i ich związków sprawia, że stają się one wyznacznikiem postępowania podmiotów danego obszaru wobec środowiska przyrodniczego.

W Polsce odnośne zapisy prawne zostały umieszczone w wielu aktach o zróżnicowanej randze. Najistotniejszymi spośród nich są:

- Ustawa Prawo Ochrony Środowiska;
- Ustawa Prawo geologiczne i górnicze;
- Ustawa Prawo Wodne;
- Ustawa o ochronie przyrody;
- Ustawa o lasach;
- Ustawa o odpadach;
- Ustawa o zagospodarowaniu przestrzennym;
- Ustawa o ochronie gruntów rolnych i leśnych;
- Ustawa o przeznaczaniu gruntów rolnych do zalesienia;
- Rozporządzenie MOŚ w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi;
- Rozporządzenie MOŚ w sprawie komunalnych osadów ściekowych.

Rozporządzenie MOŚ w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi z dnia 9 września 2002 r. [DzU02.165.1359 z dnia 4 października 2002 r.] budzi do dzisiaj bardzo duże kontrowersje. Do chwili ukazania się tego rozporządzenia funkcjonowały w Polsce liczby graniczne opracowane przez różne gremia naukowe, w tym pierwszoplanową rangę miało przywołane już wcześniej opracowanie IUNG. W ciągu lat użytkowania ugruntowało to pewną „dobrą praktykę” oceny stanu czystości gleby w powiązaniu z podstawowymi jej właściwościami.

Propozycje Ministerstwa Ochrony Środowiska poszły inną drogą. Zgodnie z wolą MOŚ wstępnie wydzielono trzy grupy użytkowe:

- grupa A: a) nieruchomości gruntowe wchodzące w skład obszaru poddanego ochronie na podstawie przepisów ustawy – Prawo wodne, b) obszary poddane ochronie na podstawie przepisów o ochronie przyrody; jeżeli utrzymanie aktualnego poziomu zanieczyszczenia gruntów nie stwarza zagrożenia dla zdrowia ludzi lub środowiska – dla obszarów tych stężenia zachowują standardy wynikające ze stanu faktycznego, z zastrzeżeniem pkt 2 i 3;
- grupa B – grunty zaliczone do użytków rolnych z wyłączeniem gruntów pod stawami i gruntów pod rowami, grunty leśne oraz zadrzewione i zakrzewione, nieużytki, a także grunty zabudowane i zurbanizowane z wyłączeniem terenów przemysłowych, użytków kopalnych oraz terenów komunikacyjnych;
- grupa C – tereny przemysłowe, użytki kopalne, tereny komunikacyjne.

Ustalono przy tym warunki dodatkowe oceny stanu gleb, obejmujące etapy ustalania wartości dopuszczalnych:

- 1) etap pierwszy – ustalenie listy substancji, których wystąpienie jest spodziewane ze względu na prowadzoną na danej nieruchomości lub w jej sąsiedztwie działalność;
- 2) etap drugi – przeprowadzenie pomiarów wstępnych, których celem jest ustalenie czy substancje, o których mowa w pkt 1, faktycznie występują;
- 3) etap trzeci – badania szczegółowe w celu określenia stężeń substancji ustalonych i wskazanie zakresu i sposobu przeprowadzenia rekultywacji gleby lub ziemi.

Zauważono przy tym, że jeżeli przekroczenie wartości dopuszczalnej stężenia substancji w badanej glebie lub ziemi wynika z naturalnie wysokiej jej zawartości w środowisku, uważa się, że przekroczenie dopuszczalnej wartości stężeń w glebie lub ziemi nie nastąpiło.

Dodatkowo ujęto, że gleba lub ziemia używane w pracach ziemnych oraz używane do tego celu osady pochodzące z dna zbiorników powierzchniowych wód stojących lub wód płynących, powinny spełniać kryteria dopuszczalnych wartości stężeń, wskazanych w załączniku, o którym mowa w § 1 ust. 2, dla gruntów występujących w miejscu przeznaczenia.

Zasadniczą treścią Rozporządzenia jest tabela zawierająca liczby graniczne zawartości w glebach:

- metali – As, Ba, Cr, Sn, Zn, Cd, Co, Cu, Mo, Ni, Pb i Hg;
- związków nieorganicznych – cyjanków wolnych i związanych kompleksowo;
- węglowodorów – C6-C12 (suma benzyn), C12-C35 (oleje mineralne), aromatycznych WWA i chlorowanych;
- środków ochrony roślin – pestycydów chloroorganicznych, związków nie chlorowych;
- pozostałych zanieczyszczeń.

Przytoczony zakres jest bardzo szeroki, nie odbiegający od spotykanych we współczesnych opracowaniach innych państw i ich związków. Istotnym plusem analizowanego Rozporządzenia jest zauważenie konieczności prawnej regulacji dopuszczalnej zawartości zanieczyszczeń w glebach naszego kraju, podjęcie próby wydzielenia grup użytkowych gleb oraz zauważenie istnienia gruntów obszarów zurbanizowanych, przemysłowych i komunikacyjnych obok użytkowanych przyrodniczo, które również wymagają prawnej ochrony.

Kontrowersje natomiast budzi fakt odniesienia liczb granicznych do niespotykanego oszacowania miąższości warstw (0-0,3, 0,3-15, >15 dm ppt w grupie B oraz 0-2, 2-15 dm ppt w grupie C), a także wodoprzepuszczalności gruntów (do i poniżej  $1 \cdot 10^{-7}$  m/s dla 0,3-15, >15 dm w grupie B oraz 2-15 dm w grupie C).

Praktyka planistyczna i opracowania zachodnie przekonują nas dodatkowo o konieczności innej konstrukcji grupy B – gdzie doszło do wymieszania ogromnie zróżnicowanych terenów. Należy tutaj wyznaczyć raczej odrębne kategorie dla:

- gruntów użytków rolnych i nieużytków rolnych,
- gruntów leśnych oraz zadrzewionych, zakrzewionych i nieużytków leśnych,
- gruntów zabudowanych i zurbanizowanych, z wyłączeniem terenów przemysłowych, użytków kopalnych oraz terenów komunikacyjnych, z podziałem na:



- place zabaw dzieci,
- tereny mieszkalne,
- parki i tereny rekreacyjno-sportowe,
- tereny usługowe i centrum.

W grupie C - tereny przemysłowe, użytki kopalne, tereny komunikacyjne – z uwagi na inną skalę zagrożeń, powinno natomiast zaistnieć rozróżnienie na tereny w obrębie aglomeracji miejskich i ich bezpośredniego zaplecza oraz usytuowane poza nimi.

Poza pryncypiami konstrukcji liczb granicznych, różnorodnie traktowane są przez różne gremia ich wartości liczbowe. Wynika to z różnic podanych na wstępie wykładu. Ogólnie można ująć, że przyjęcie przez państwo określonego poziomu dopuszczalnych zawartości składników w glebach (jak też pozostałych elementach środowiska przyrodniczego) skutkuje w postrzeganiu go na zewnątrz i przez obywateli danego kraju, modyfikacji w rozwoju przemysłu, urbanizacji oraz kształtowaniu jakości życia.

## PODSUMOWANIE

Analizując osiągane efekty przyjętej polityki wobec liczb granicznych stanu środowiska przyrodniczego, wskazać należy na zasadniczy rys towarzyszący restrykcyjnej lub pobłażliwej polityce państwa.

### **Bardziej restrykcyjna polityka:**

- *ograniczanie wpływu substancji do środowiska ze znanych źródeł;\**
- *kształtowanie wizerunku kraju pro-ekologicznego;*
- *zysk z opłat za korzystanie ze środowiska i z kar;*
- „szara strefa” niekontrolowanego zrzutu zanieczyszczeń;
- gorsze warunki dla firm przemysłowych;
- konflikty społeczne na linii robotnicy – społeczność lokalna.

### **Mniej restrykcyjna polityka:**

- teoretycznie większa emisja zanieczyszczeń ze znanych źródeł;
- mniejsze wpływy z opłat i kar;
- kształtowanie wizerunku kraju pro-przemysłowego;
- *zawężanie „szarej strefy”;*
- *lepsze warunki rozwoju przemysłu;*
- *mniej sytuacji konfliktowych z uwagi na działalność zgodną z normami.*

\* - kursywą oznaczono efekty oceniane z różnego punktu widzenia pozytywnie

Tym samym konstrukcja liczb granicznych dla poszczególnych elementów środowiska przyrodniczego musi być postrzegana jako daleko wykraczająca poza nauki przyrodnicze. Dotyka ona sfer życia politycznego, gospodarczego, ekonomicznego i społecznego, poprzez co rzutuje na wizerunek państwa i dobrobyt jego obywateli. Ten stan podnosi z jednej strony rangę prac nad wyznaczaniem liczb granicznych, z drugiej jednak utrudnia osiągnięcie zgody między dynamicznym rozwojem cywilizacji a szacunkiem dla harmonii przyrody.



## LITERATURA

- ADRIANO D.C., 1986: Trace elements in the terrestrial environment. Springer. New York.
- CASTILLO, ITURRONDOBEITIA, 1995: Reference level for soils in the Basque Autonomous Community. Contaminated Soil '95, vol. I, 725-726; Kluwer Academic Publishers; Netherlands.
- DINKELBERG W., BACHMANN G., 1995: Soil background values in Germany. Contaminated Soil '95. vol. I, 347-356. Kluwer Academic Publishers.
- EIKMANN TH., KLOKE A., EIKMANN S., 1993: Environmental, medical and toxicological assessment of soil contamination. Contaminated Soil '93. vol. I, 327-336. Kluwer Academic Publishers.
- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H., 1992: Trace elements in soils and plants. 2<sup>nd</sup> Ed. CRC Press Inc. Boca Raton Florida.
- KABATA-PENDIAS A., 1995 (red.): Podstawy oceny chemicznego zanieczyszczenia gleb. Metale ciężkie, siarka i WWA. Biblioteka Monitoringu Środowiska. PIOŚ, IUNG. Warszawa.
- MILANI A., CARELLA F., PETRUZZELLI G., JEAN P., NUZZO N. DI, 1995: Soil quality criteria and remediation goals for region Lombardia's legislation on soil quality protection and contaminated sites reclamation. Contaminated Soil '95; vol. I; 681-690; Kluwer Academic Publishers; Netherlands.
- Rozporządzenie MOŚ RP w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi – DzU 02.165.1359 z dnia 4 października 2002 r.
- TERELAK H., PIOTROWSKA M., MOTOWICKA-TERELAK T., STUCZYŃSKI T., BUDZYŃSKA K., 1995: Zawartość metali ciężkich i siarki w glebach użytków rolnych Polski oraz ich zanieczyszczenie tymi składnikami. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. PAN, t. 418, z.1, 45-60. Warszawa.
- EBBodSchG – Gesetz zum Schutz des Bodens (Ustawa o ochronie gleb). 24.06.1991. Gesetzblatt für Baden Württemberg nr 16. Stuttgart 1991.
- Soil Protection Act (Ustawa o Ochronie Gleby). Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment. The Hague. The Netherlands. 10.05.1994.



**Andrzej Greinert, Barbara Walczak**

Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski

## **ORGANICZNE I PRÓCHNICZNE POZIOMY GLEB JAKO SUROWIEC W KSZTAŁTOWANIU TERENÓW ZIELENI**

### **ORGANIC AND HUMUS MOULDS AS ROW MATERIAL IN THE DEVELOPMENT OF URBAN GREEN AREAS**

**Słowa kluczowe:** torfy, próchnica glebowa, kształtowanie terenów zieleni.

**Streszczenie:** Wraz z rozwojem terenów zurbanizowanych, w tym głównie osiedli domków jednorodzinnych, wzrosło zapotrzebowanie na podłoża ogrodnicze. Jako odzew na zaistniałe zapotrzebowanie, w wielu miejscach Ziemi Lubuskiej i północnej części Dolnego Śląska powstały różnej wielkości kopalnie torfów. Wydobywa się także materiał glebowy z poziomów darniowych i poddarniowych łąk. Dodatkowo materiał o wysokiej zawartości materii organicznej pozyskiwany jest w trakcie prac budowlanych – usuwany z powierzchni gruntu jako nienośny. Obserwowana przy tym już od wielu lat moda na nasadzenia roślin kwasolubnych (drzew i krzewów iglastych, wrzosów i wrzośców, azalii i różaneczników i innych) na obszarach miejskich, powoduje jeszcze większe zintensyfikowanie poszukiwania odpowiednich materiałów. Trend ten zdaje się narastać, stąd też istotną jest próba odpowiedzi na pytanie o jakość pozyskiwanych materiałów i skutki tego procesu dla środowiska przyrodniczego opisywanych regionów.

**Key words:** peat, humus, urban green areas.

**Summary:** Together with the urban development, one-family-housing estates mainly, there has been an increase in the demand for gardening subsoil. To respond to the arising demand, there has occurred various-sized peat pits in many sites of Lubuskie Region and in the northern part of Lower Silesia. Also turf and sub-turf soil materials are excavated from meadows. Additionally, a material with high organic content is obtained during the construction works, which is removed from the surface of the subsoil as a non-bearing one. The last few years have brought acidophilic plants (coniferous trees, and bushes, heather, rhododendron shrubs and other) into fashion, which has resulted in even more intense search for the appropriate material. The tendency seems to be growing, so it is essential to raise a question of the quality of the obtained material and the environmental consequences of the process for the described regions.



## WPROWADZENIE

Działanie czynników glebotwórczych oraz procesy zachodzące w glebach powodują gromadzenie się w ich poziomach wierzchnich materii organicznej. Wśród gleb niektóre typy, jak: czarne ziemie, czarnoziemy, gleby torfowe i hortisole, odznaczają się miąższami poziomami próchnicznymi bądź organicznymi (rozdział na bazie zawartości materii organicznej: poz. organiczne  $>20\%$  < poz. próchniczne). W toku poszukiwań materiałów mogących być wykorzystywanymi do użyźniania gleb materia organiczna trafiła w krąg zainteresowań jako jedna z pierwszych. Z czasem okazało się, że jej właściwości predestynują ją do konstrukcji podłoża do intensywnej uprawy ogrodniczej. W wielu miejscach (także naszego kraju) materię organiczną zaczęto pozyskiwać na skalę przemysłową, nierzadko o charakterze rabunkowym w stosunku do środowiska przyrodniczego. Zapis o zrównoważonym rozwoju, obecny w Ustawach: Prawo Ochrony Środowiska, o ochronie przyrody, o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym oraz wielu innych, mówiący o konieczności integrowania działań politycznych, gospodarczych i społecznych, z zachowaniem równowagi przyrodniczej oraz trwałości podstawowych procesów przyrodniczych, nakazuje z większą uwagą podejść do problematyki pozyskiwania opisywanych surowców.

## PROBLEM POZYSKIWANIA TORFÓW JAKO MATERIAŁU OGRODNICZEGO

Ze względu na włóknistą strukturę, kształtującą właściwą porowatość podłoża, wysokie zdolności sorpcyjne wobec wody i jonów, zdolność do szybkiego nagrzewania się oraz czystość mikrobiologiczną, torfy zyskały uznanie zarówno jako podłoża jednorodne, jak i komponenty mieszanek podłożowych. Wśród nich, zwłaszcza torfy wysokie, postrzegane są jako wyjątkowo cenne dla ogrodnictwa materiały do konstrukcji tzw. „ziem uniwersalnych” [Pudelski 1996].

Na Ziemi Lubuskiej i w północnej części Dolnego Śląska torfy występują w postaci niewielkich obszarowo pokładów. Ich wydobywanie przeżywało swój najintensywniejszy okres w latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych, kiedy to dynamicznie rozwijało się w regionie ogrodnictwo szklarniowe i tunelowe. Lata dziewięćdziesiąte to zastój ogrodnictwa, a wraz z tym zjawiskiem wyraźne zmniejszenie popytu na materiały podłożowe, podtrzymywanego jedynie przez gospodarkę komunalną. Obecnie obserwujemy odbudowę rynku, z tym że już nie za sprawą ogrodnictwa warzywnego (jak w dekadach poprzednich), a produkcji roślin ozdobnych oraz prac dotyczących kształtowania gleb ogrodów przydomowych.

W opisywanych regionach gleby torfowe reprezentowane są przez wszystkie podtypy gleb: gleby torfowe torfowisk niskich, przejściowych i wysokich. Charakteryzują się one znacznym zróżnicowaniem właściwości, nawet w obrębie jednego podtypu (a często także w obrębie jednego złoża), co ma obok przyczyn naturalnych również wymiar zróżnicowanej degradacji antropogenicznej, związanej głównie z melioracją gruntów i użytkowaniem rolniczym (tab. 1). Na takie



zróznicowanie wskazują liczni autorzy, na podstawie badań depozytów torfowych w różnych miejscach Polski [Borowiec, 1996].

**Tab. 1. Niektóre właściwości torfów wydobywanych na Ziemi Lubuskiej i w północnej części Dolnego Śląska**

Właściwości	Jednostka	Lubiechnia Mała			Świebodzin	Zielona Góra	Bytnica
Zawartość mat.org.	%	91,28	85,20	95,74	80,00	82,00	98,60
Zawartość popiołu	%	8,72	14,80	4,26	20,00	18,00	1,40
pH – H <sub>2</sub> O		4,78	5,03	5,05	5,40	6,93	3,89
pH – 0,01m CaCl <sub>2</sub>		4,42	4,78	4,64	4,96	6,84	3,46
Stopień rozkładu	stopnie skali von Posta	H <sub>5</sub>	H <sub>5</sub>	H <sub>5</sub> -H <sub>6</sub>	H <sub>4</sub> -H <sub>5</sub>	H <sub>4</sub> -H <sub>5</sub>	H <sub>3</sub>
Całkowita poj. wodna	%	691	787	839	813	798	1276

## POZIOMY DARNIOWE GLEB JAKO MATERIAŁ OGRODNICZY

Ziemie darniowe są znane praktyce ogrodniczej. Mieszkanki przygotowywane na bazie kompostowanej darni łąkowej oraz próchnicznego materiału poddarniowego są oferowane zarówno producentom warzyw, roślin ozdobnych, jak właścicielom ogrodów przydomowych.

**Tab. 2. Niektóre właściwości poziomów powierzchniowych gleb łąkowych wydobywanych na Ziemi Lubuskiej i w północnej części Dolnego Śląska**

Właściwości	Jednostka	Lubiechnia Mała		Zielona Góra		
Zawartość mat.org.	%	54,34	39,84	36,00	5,16	5,97
Zawartość popiołu	%	45,63	60,16	64,00	94,84	94,03
pH – H <sub>2</sub> O		4,98	4,84	6,93	5,90	6,76
pH – 0,01m CaCl <sub>2</sub>		4,70	4,45	6,84	5,57	6,32
Stopień rozkładu	stopnie skali von Posta	H <sub>6</sub> -H <sub>7</sub>	H <sub>5</sub> -H <sub>6</sub>	H <sub>8</sub>	H <sub>9</sub> -H <sub>10</sub>	H <sub>9</sub> -H <sub>10</sub>
Całkowita poj. wodna	%	493	230	147	53	42

Materiały opisane w tabeli 2 jak i inne należące do tej grupy, pozyskiwane są z terenów łąkowych sąsiadujących z rzekami regionu oraz położonych w lokalnych obniżeniach terenu. Są one wydobywane przez prywatnych właścicieli pól, z przeznaczeniem głównie pod powszechnie zakładane trawniki i zadarnienia miejskie, rzadziej jako materiał oferowany do ogródków przydomowych.

## POZIOMY PRÓCHNICZNE GLEB POZYSKIWANE Z OBSZARÓW ZABUDOWYWANYCH

W ramach intensywnego pozyskiwania nowych terenów pod budownictwo mieszkaniowe, usługowe, przemysłowe i komunikacyjne, procesy inwestycyjne wkraczają także na tereny pokryte glebami o niższych poziomach organicznych i próchnicznych. Ciekawostką jest fakt omijania tych terenów jako trudnych pod względem budowlanym, aż do końca lat 90-tych XX wieku. Obecnie, kiedy to cena gruntów miejskich drastycznie wzrosła, a większość miast regionu boryka się z trudnościami w pozyskaniu nowych obszarów, sięgnięto również po te zasoby. Dobrymi przykładami w tym zakresie mogą być tereny okolicy ul. Pod Topolami i położone na północ od Trasy Północnej w Zielonej Górze (dzisiejsze lokalizacje pawilonu handlowego „Piotr i Paweł” oraz supermarketu „Auchan”).

W pierwszym przypadku, analizując stare mapy Zielonej Góry, napotyka się na stale niezabudowany obszar w centrum miasta, oznaczony jako Wiese (łąka). W drugim – teren był użytkowany do roku 1993 jako grunt ogrodniczy Państwowego Gospodarstwa Ogrodniczego w Zielonej Górze [Greinert, 2003].

W obydwu przypadkach prace inwestycyjne związane były ze zdjęciem poziomów wierzchnich gleb i ich sprzedażą celem zagospodarowania innych terenów zieleni w mieście. Właściwości opisywanych materiałów zebrano w tabeli 3.

**Tab. 3. Niektóre właściwości poziomów powierzchniowych gleb miejskich wydobytych na terenie Zielonej Góry**

Właściwości	Jednostka	ul. Pod Topolami (0-50 cm)	Trasa Północna (0-40 cm)
Udział części o średnicy <0,02 mm (content of parts with diam. below 0,02 mm)	%	3,0-9,0	14,0-16,0
Udział części o średnicy <0,002 mm (content of parts with diam. below 0,002 mm)	%	0,0-3,0	1,0-2,0
Zawartość materii org. (Organic matter content)	%	4,8-5,9	3,2-4,2
pH-H <sub>2</sub> O	pH	7,70	6,86
pH-0,01m CaCl <sub>2</sub>	pH	7,41	6,59
EC	mS·cm <sup>-1</sup>	0,38-0,52	0,24-0,28
K <sub>0,1mHCl</sub>	mg·kg <sup>-1</sup>	2347-2653	5000-5510
Ca <sub>0,1mHCl</sub>	mg·kg <sup>-1</sup>	44862-47921	11667-13334
Na <sub>0,1mHCl</sub>	mg·kg <sup>-1</sup>	4224-4364	1743-1776
Cd ogółem (total)	mg·kg <sup>-1</sup>	0,5-0,6	0,1-0,5
Cu ogółem (total)	mg·kg <sup>-1</sup>	52,4-61,5	5,5-14,0
Ni ogółem (total)	mg·kg <sup>-1</sup>	13,6-14,5	0,9-6,9
Pb ogółem (total)	mg·kg <sup>-1</sup>	73,2-90,4	7,7-13,8
Zn ogółem (total)	mg·kg <sup>-1</sup>	184,4-185,8	22,8-67,4



## DYSKUSJA WYNIKÓW

Przedstawione wyniki badań można oceniać w dwóch aspektach: oceny jakości materiałów pozyskiwanych dla potrzeb ogrodnictwa oraz oceny ekologicznych strat powodowanych w środowisku przyrodniczym opisywanych regionów.

Pierwszy z nich nakazuje odpowiedzieć na pytanie o przydatność materiałów organicznych pozyskiwanych na Ziemi Lubuskiej i w północnej części Dolnego Śląska dla uprawy warzyw i roślin ozdobnych. Pudelski [1996] podaje, że słabo rozłożony torf wysoki oraz przejściowy posiadają optymalne właściwości fizyczne dla uprawianych roślin, tj. odpowiedni stosunek substancji stałej do wody i powietrza. Silniej rozłożonym torfom można pożądane właściwości fizyczne nadać przez zmieszanie w odpowiedniej proporcji z materiałami gruboziarnistymi, np. korą drzew lub świeżymi kompostami. Turski i wsp. [1980] wskazali na wilgotność i potencjał wody glebowej, zasobność i zdolność zatrzymywania składników pokarmowych, temperaturę, porowatość, strukturę, odczyn, właściwości buforowe podłoża i zawartość patogenów, szkodników i substancji hamujących ukorzenianie jako na główne czynniki związane z podłożem ogrodnictwa. Huinink [1998] podaje jako podstawowe wskazania do wykorzystania podłoża na terenach zurbanizowanych: odczyn w zakresie  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  4,8-7,5 (w przypadku niektórych roślin ozdobnych inne – 5,0-6,5 dla róż, 3,5-5,0 dla wrzosców, 4,0-4,5 dla wrzósów), zawartość powyżej 200  $\text{mg kg}^{-1}$   $\text{P}_2\text{O}_5$ , powyżej 100  $\text{mg kg}^{-1}$   $\text{K}_2\text{O}$ , EC poniżej 1,5  $\text{mS cm}^{-1}$ , hydrofilność, brak domieszek antropogenicznych, brak części stałych o średnicy powyżej 5 cm, nie tworzenie po uwilgotnieniu masy plastycznej lub lepkiej, a po wysuszeniu twardej, zbitiej, trwała struktura, zawartość materii organicznej minimum 15% dla materiałów organicznych i 4% dla materiałów mineralnych, niska zawartość szkodliwych substancji (metale ciężkie, pestycydy, pochodne ropy naftowej).

Z uwagi na wyżej podane wyznaczniki, materiały opisywane w pracy, pochodzące z obszarów Ziemi Lubuskiej i północnej części Dolnego Śląska należy uznać za przydatne dla większości upraw ogrodnictwa, w tym dla potrzeb miejskich terenów zieleni. Jedyne zastrzeżenie można mieć do odczynu niektórych z nich (tab. 1, 2, 3 – okolice Zielonej Góry), które co prawda mieszczą się w normach wyznaczonych przez Huininka, nie dają jednak możliwości regulacji odczynu w szerokim zakresie – na użytek różnych upraw (zwłaszcza wymagających kwaśnego odczynu). Zastrzeżenia można mieć także do zakłócenia równowagi jonowej (na korzyść jonów Ca) w przypadku materiałów pozyskanych z obszarów miasta Zielona Góra. Tutaj jednak wskazane jest odpowiednie zaznaczenie tego faktu przed użyciem dla konkretnego zastosowania. Nie w każdym przypadku będzie to bowiem znacząca wada materiału [Greinert, 2000, 2003]. Niedobrym rozwiązaniem byłoby przekreślenie użycia tak dobrego materiału i jego deponowanie na składowisku odpadów.

Z punktu widzenia ekologii terenów Ziemi Lubuskiej i północnej części Dolnego Śląska, wskazać należy doniosłą rangę gleb próchnicznych i organicznych w środowisku przyrodniczym i rolnictwie. Obszar opisywany w pracy charakteryzuje się występowaniem 37,5-50,1% gruntów ornych oraz 41,4-44,0% trwałych użytków zielonych w klasach bonitacyjnych V i VI. Są to w większości utwory piaszczyste całkowite o różnym stopniu zbielicowania, o charakterystycznych niskich zdolnościach retencji wodnej. Tym samym obecność na obszarze gleb o wysokich zdolnościach

retencyjnych uznać należy za niezmiernie ważną dla stabilności ekosystemów. Jest to tym bardziej istotne, zważając na fakt średnich opadów atmosferycznych na poziomie około 550 mm/rok. Dodatkowo, na opisywanym obszarze stosunkowo niedużo jest siedlisk o biotopie obszarów podmokłych. Tym samym są one cenne dla utrzymania równowagi gatunkowej roślin i zwierząt oraz puli genów.

Z powyższego wynika jednoznacznie konieczność dołożenia starań celem dokładnego zewidencjonowania zasobów gleb organicznych oraz mineralnych z miąższami poziomami próchnicznymi, celem prowadzenia świadomej nimi gospodarki. Ochrona tych zasobów powinna przede wszystkim polegać na planowym wydawaniu zezwoleń na wydobycie materiałów organicznych i próchnicznych oraz przeciwdziałaniu degradacji, związanych głównie z odwadnianiem terenów.

## LITERATURA

- BOROWIEC J., 1996: Problemy wykorzystania masy organicznej złóż torfowych regionu lubelskiego jako komponentu przy produkcji ziem ogrodniczych. ZPPNR PAN „Podłoża ogrodnicze ich właściwości i nowoczesne koncepcje wykorzystania”, zeszyt 429, 53-64, Lublin.
- HUININK J. TH. M., 1998: Soil quality requirements for use in urban environments. *Soil & Tillage Research* 47 157-162, Elsevier Publ.
- GREINERT A., 2000: Ochrona i Rekultywacja Terenów Zurbanizowanych. Wydawnictwo Politechniki Zielonogórskiej 2000; Monografia Nr 97; ISBN 83-85911-12-X, Zielona Góra.
- GREINERT A., 2003: Studia nad glebami obszaru zurbanizowanego Zielonej Góry. Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego 2003; ISBN 83-89321-38-6, Zielona Góra.
- PUDELSKI T., 1996: Dziś i przyszłość naturalnych podłoży organicznych w uprawach pod osłonami. ZPPNR PAN „Podłoża ogrodnicze ich właściwości i nowoczesne koncepcje wykorzystania”, zeszyt 429, 1-7, Lublin.
- TURSKI R., HETMAN J., SŁOWIŃSKA-JURKIEWICZ A., 1980: Podłoża stosowane w ogrodnictwie szklarniowym. RNR. D., 4-86, Warszawa.



**Henryk Greinert, Andrzej Greinert**

Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski

## **EFEKT REKULTYWACJI LEŚNEJ SKŁADOWISKA KORY W OKOLICY OLBRACHTOWA K. ŻAR**

## **EFFECTS OF FOREST RECLAMATION ON BARK DUMP IN THE VICINITY OF OLBRACHTÓW NEAR ŻARY CITY**

**Słowa kluczowe:** rekultywacja leśna, odpady przemysłu drzewnego, zagospodarowanie odpadów.

**Streszczenie:** W miejscowości Olbrachtów koło Żar przeprowadzono rekultywację wyrobiska po wydobyciu gliny przez zasypianie go do poziomu terenu otaczającego odpadami drzewnymi z przewagą kory sosnowej. Po wyrównaniu spychaczami, odpady przykryto 20 cm warstwą gliny, a następnie posadzono świerki. Badania przeprowadzone po 10 latach wykazały minimalne zmiany w składowisku kory, a nasadzenia drzew były przygłuszone przez bujnie rosnące trawy i inne rośliny zielne.

**Key words:** forest reclamation, wood industry wastes, wastes utilization.

**Summary:** In the vicinity of Olbrachtów near Żary reclamation of clay excavation was carried out by filling them up with wood wastes, mainly pine bark. After levelling the surface with bulldozers, 20 cm of clay was spread out and after this the spruce cutting were planted. The investigations have shown, that after 10 years only small changes in the "soil" sections occur, and the spruce seedlings were still overgrowth by grasses and herbs.

## **WPROWADZENIE**

Problem zagospodarowania kory drzewnej powstał w wyniku zastąpienia ręcznego korowania drzew, prowadzonego zazwyczaj na miejscu ścinki (w lesie), korowaniem mechanicznym w zakładach przerobczych. Procesowi korowania ręcznego towarzyszyło pozostawianie kory na powierzchni gleby – służyła więc wzbogaceniu poziomu ściółki leśnej w substancję organiczną. Obecnie korowanie prowadzone jest w zakładach utylizujących drewno, jak tartaki, fabryki płyt wiórowych i pilśniowych czy papiernie.

## PROBLEM ODPADÓW Z KOROWANIA DRZEW

Ilość kory powstającej w wyniku przygotowywania drewna do dalszej obróbki koreluje z ilością pozyskiwanego drewna. Nie jest to jednak zależność prosta, wynika bowiem z szeregu czynników klimatycznych, siedliskowych, gatunku drzew oraz ich wieku. Według Tomanka [1997] waha się ona od 6 do przeszło 20%, przy czym za średnią ilość przyjmuje się w naszych warunkach 10%. Według Rocznika Statystycznego za rok 2002, pozysk drewna w okresie 1990-2001 znacząco zmieniał się, sięgając 26.671 dam<sup>3</sup> ogółem na koniec wskazanego okresu (tab. 1).

**Tab. 1. Pozysk drewna w Polsce (w dam<sup>3</sup> – dekametr sześcienny) [Rocznik Statystyczny, 2002]**

Wyszczególnienie	Lata (Years)			
	1990	1995	2000	2001
ogółem	18 676	22 492	27 659	26 671
grubizna	17 617	20 651	26 025	25 017
w tym iglaste	13 774	15 365	19 540	18 047

W województwie lubuskim, w roku 2000, pozyskano 2.163 dam<sup>3</sup> grubizny, a w roku 2001 – 2 108 dam<sup>3</sup> [Rocznik Statystyczny Województwa Lubuskiego, 2002]. Przy takiej ilości drewna, ilość kory powstającej w Polsce wyniosła w roku 2000 około 2 766 dam<sup>3</sup>, a w roku 2001 – 2.667 dam<sup>3</sup>, natomiast w województwie lubuskim odpowiednio: 216 dam<sup>3</sup> [2000] i 211 dam<sup>3</sup> [2001].

Zdecydowaną przewagę w masie pozyskanej kory ma kora sosnowa (tab. 1). Zazwyczaj na składowiska kory trafiają domieszki drewna, pochodzące z uszkodzonych przez mechaniczne urządzenia pni – trociny, wióry i kawałki drewna odpadowego.

Do niedawna większość odpadowej kory była utylizowana przez ogrodnictwo, wykorzystujące ten materiał do sporządzania mieszanek podłożowych [Greinert, Drab 1984]. W miarę jednak koncentracji przemysłu drzewnego, wokół niektórych zakładów przetwórczych, zaczęły zalegać hałdy kory odpadowej – niemożliwe do zagospodarowania w tak dużych ilościach ww. metodą. Taka sytuacja powstała m.in. w Zakładach Płyt Wiórowych w Żarach przed ich prywatyzacją. W celu uporządkowania terenów składowych, sięgnięto po tradycyjną metodę unieszkodliwiania odpadów – depozycję na wydzielonym składowisku po czym jego rekultywację.

Celem opisywanej pracy było zbadanie efektywności takiej metody rekultywacji.

## OPIS TERENU

Korę deponowano w roku 1989 wykorzystując do tego celu wyrobisko po wydobyciu gliny, o powierzchni około 60 arów i głębokości od 1 do 4 metrów, zlokalizowane w pobliżu wsi Olbrachtów koło Żar.

Po zasypaniu wyrobiska do poziomu okolicznego terenu i wyrównaniu przy pomocy spychaczy pokryto go 20-centymetrową warstwą gliny, pochodzącej z



nadkładu wyrobiska. Na tak przygotowany teren posiano rzepak, jako przedplon pod planowane nasadzenie drzew. Finalnym etapem rekultywacji było wprowadzenie nasadzenia świerka pospolitego (*Picea bies* L.).

Po 11 latach, w listopadzie 2000 r., wykonano badania terenowe i laboratoryjne celem oceny efektywności zastosowanej metody rekultywacji leśnej oraz wpływu na wody zbiornika wodnego, przylegającego do składowiska (powstałego w nie wypełnionej części glinianki).

## METODY BADAŃ

W ramach badań terenowych oceniono stan roślinności na terenie zrehabilitowanego składowiska, stan jego powierzchni oraz wykonano 6 odkrywek glebowych. Pobrano też dwie próby wody z przylegającego do składowiska zbiornika wodnego. Badania laboratoryjne wody wykonano według metod opisanych przez Hermanowicza [1999], natomiast badania gruntu – zgodnie z powszechnie stosowanymi metodami gleboznawczymi [Greinert, 1998].

## WYNIKI BADAŃ

Pokrywa roślinna, mimo upływu 10 lat od wprowadzenia sadzonek drzew, w niczym nie przypomina docelowego typu siedliskowego, jakim jest bór wilgotny. Wprowadzony świerk nie zdołał zdominować ekosystemu, a wręcz przeciwnie – do tej pory jest zagłuszany przez roślinność zielną, której nasiona i części wegetatywne zostały częściowo wprowadzone z gliniastym materiałem pokrywającym składowisko, a częściowo wysiały się w okresie późniejszym. Przeważa perz właściwy (*Agropyron regens* L.), pokrywający średnio 70% powierzchni, z pozostałych traw występują: mietlica biaława (*Agrostis alba* L.), wiechlina roczna (*Poa annua* L.) oraz trzcinnik piaskowy (*Calamagrostis epigeios* L.) i trzcina pospolita (*Phragmites communis* Trin.). Z innych roślin wyróżnić należy bylicę pospolitą (*Artemisia vulgaris* L.), wrotycz pospolity (*Tanacetum vulgare* L.), krwawnik pospolity (*Achillea millefolium* L.), ostrożeń polny (*Cirsium arvense* L.), marchew dziką (*Daucus carota* L.), barszcz zwyczajny (*Heracleum sphondylium* L.) i pokrzywę zwyczajną (*Urtica dioica* L.).

W budowie profilu glebowego główną rolę odgrywa warstwa gliny o średniej miąższości 20 cm. Jest ona przerośnięta korzeniami roślin, a do głębokości 10 cm powstał poziom darniowy. Widoczny jest w nim wpływ obumarłej roślinności na kształtowanie się poziomu próchnicznego A. Głębiej zalegają odpady drzewne, z przewagą kory, których cechą wspólną jest bardzo silne ubicie. W części centralnej składowiska, od głębokości 20 cm odpady były ciepłe – o temperaturze około 45°C, co wskazuje na występujące nadal procesy rozkładu. W tych miejscach materiał odpadowy charakteryzował się niską wilgotnością (tab. 2). W profilu występuje duża zmienność, związana ze zróżnicowaniem składu odpadów – kora, trociny, niewielkie kawałki płyt wiórowych, gruz budowlany. Domieszki ostatniego z wymienionych materiałów (gruzu budowlanego) spowodowały podwyższenie odczynu odpadów. W dolnych częściach



profilu stosunkowo wysokie pH może być też efektem procesów beztlenowych, na co wskazuje czarna barwa materiału.

**Tab. 2. Niektóre właściwości materiału składowiska odpadów kory w Olbrachtowie k. Żar, po rekultywacji**

Profil nr	Głębokość cm	Substancja organiczna ‰ <sub>s.m.</sub> (‰ <sub>d.m.</sub> )	Wilgotność aktualna ‰ <sub>wag.</sub> (‰ <sub>by weight</sub> )	pH		Makroelementy ‰ <sub>s.m.</sub>			
				w (in) H <sub>2</sub> O	w (in) 0,01m CaCl <sub>2</sub>	N	P	K	Na
1	0-15	0,9	9,4	6,68	6,37	0,02	0,02	0,10	0,02
	15-30	84,9	156,0	5,84	5,49	0,70	0,05	0,17	0,07
	30-40	85,8	138,5	5,69	5,43	0,67	0,12	0,52	0,08
	40-50	91,8	138,4	7,45	6,80	1,12	0,09	0,98	0,06
	50-70	92,6	158,1	7,50	6,80	1,28	0,12	0,90	0,06
	70-90	93,3	172,8	7,55	6,98	1,19	0,12	1,05	0,08
2	0-10	3,5	9,9	6,81	6,30	0,04	0,02	0,14	0,04
	10-20	7,6	8,3	6,45	6,07	0,04	0,02	0,10	0,04
	20-30	18,3	28,1	6,82	6,19	0,26	0,03	0,19	0,03
	30-50	49,6	89,4	7,30	6,57	0,78	0,04	0,41	0,06
	50-70	57,6	125,7	7,08	6,48	0,99	0,05	0,64	0,09
	70-100	36,9	78,9	7,47	7,01	0,86	0,07	0,87	0,12
3	0-5	22,3	100,1	4,83	4,64	0,09	0,02	0,30	0,04
	5-20	36,9	49,7	4,78	4,69	0,11	0,04	0,33	0,06
	20-30	47,0	64,3	5,15	5,09	0,20	0,04	0,30	0,07
	30-40	9,1	28,8	6,51	6,15	0,12	0,03	0,65	0,06
	40-60	7,9	25,9	7,05	6,60	0,15	0,03	0,41	0,05
	60-80	24,4	104,8	6,64	6,08	0,26	0,04	0,61	0,06
	80-100	61,0	124,9	7,11	6,58	0,74	0,07	1,17	0,12
4	0-20	7,8	52,9	5,99	5,63	0,08	0,02	0,37	0,04
	20-40	54,2	61,9	5,83	5,50	0,10	0,10	0,45	0,05
	40-60	46,4	49,8	6,13	5,90	0,14	0,09	0,21	0,02
5	0-20	10,6	14,7	5,38	5,09	0,06	0,05	0,15	0,02
	20-30	52,1	92,2	6,43	5,86	0,13	0,04	0,26	0,03
	30-50	21,3	50,6	7,44	7,02	0,21	0,02	0,39	0,04
6	0-20	9,0	19,9	6,18	5,93	0,03	0,05	0,41	0,04
	20-40	62,7	35,5	6,37	6,14	1,02	0,18	0,48	0,05
	40-60	56,7	44,2	6,53	6,32	0,54	0,11	0,45	0,05
	60-80	58,7	62,6	7,64	7,10	0,72	0,09	0,43	0,04



Ogólnie można stwierdzić, że mimo upływu 10 lat, odpady zmieniły się nieznacznie. O wiele bardziej zmianie ulega kora leżąca luźno na hałdach. Tak wolno przebiegające procesy rozkładu odpadów na omawianym składowisku są spowodowane zbyt silnym ich ubiciem, co pogarsza warunki tlenowe i osłabia wsiąkanie wody opadowej w głąb. Na tą ostatnią właściwość wpływa dodatkowo warstwa gliny na powierzchni. Słaby rozkład mikrobiologiczny w dużej mierze spowodowany jest zbyt szerokim stosunkiem C:N.

Nie potwierdziły się obawy toksycznego wpływu domieszek klejów zawierających związki fenolowe na wody powierzchniowe. Związki te występują w kawałkach płyt wiórowych i trocinach z cięcia tych płyt. Testy na toksyczność ostrą z rozwielitkami (*Daphnia magna* Straus) nie wykazały ujemnego oddziaływania wyciągów wodnych z materiałów składowanych na opisywanym składowisku na organizmy testowe. Również zbiornik wodny, przylegający bezpośrednio do składowiska, nie zawierał ponadnormatywnych ilości składników mogących szkodzić organizmom żywym (tab. 3).

**Tab. 3. Zawartość niektórych składników w wodzie wyrobiska przylegającego do składowiska odpadów kory**

Analizowane właściwości	Jednostka	Próbka wody	
		Nr 1	Nr 2
Odczyn (pH)	pH	8,0	8,1
Przewodność właściwa (EC)	mS cm <sup>-1</sup>	0,71	0,71
Azot azotanowy (Nitrates)	mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> dm <sup>-3</sup>	0,54	0,50
Chlorki (Chlorides)	mg Cl <sup>-</sup> dm <sup>-3</sup>	36	37
Siarczany (Sulfides)	mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> dm <sup>-3</sup>	23	27
Żelazo (Iron)	mg Fe <sup>3+</sup> dm <sup>-3</sup>	0,46	0,49
Mangan (Manganese)	mg Mn <sup>2+</sup> dm <sup>-3</sup>	0,36	0,37
Sód (Sodium)	mg Na <sup>+</sup> dm <sup>-3</sup>	9,4	9,1
Potas (Potassium)	mg K <sup>+</sup> dm <sup>-3</sup>	8,2	8,0
Toksyczność ostra – test z rozwielitką ( <i>Daphnia magna</i> )	padłych sztuk / 24 godz.	0	0

## DYSKUSJA WYNIKÓW I PODSUMOWANIE

Współcześnie obserwowane jest zjawisko odejścia towarowej produkcji ogrodniczej od substratów naturalnych ku podłożom sterylnym – np. wełnie mineralnej. Częściowo zainteresowanie ogrodnicze korą drzew utrzymywane jest przez inwestycje związane z urządzeniem terenów zieleni, w ramach których wykorzystywana jest ona jako składnik podłoży pod rośliny iglaste i wymagające kwaśnego, porowatego podłoża. Stosuje się ją również do mulczowania podłoży, celem zahamowania wzrostu chwastów i utrzymania optymalnej wilgotności gleby. Korę drzew iglastych wykorzystują także

szkółki leśne, zarówno do mulczowania, jak wzbogacania powierzchniowej warstwy gleby w odporną na szybki rozkład substancję organiczną.

Szereg zakładów drzewnych spala opisywane materiały w kotłowniach zakładowych.

Opisany w pracy sposób utylizacji odpadów drzewnych należy do najgorszych z punktu widzenia środowiska przyrodniczego. Zawiodła tutaj zarówno rekultywacja techniczna, jak biologiczna. Warstwę kory nadmiernie ubito w trakcie składowania, co doprowadziło do wytworzenia się warunków beztlenowych. Pokrycie kory materiałem o ciężkim składzie granulometrycznym było z tego punktu widzenia kolejnym z błędów projektowych oraz wykonawczych, dodatkowo utrudniającym przemieszczanie się wody w głąb gruntu. Łącznie ze zbyt szerokim stosunkiem C:N, zmniejszyło to wydajnie procesy kompostowania odpadów drzewnych.

Organiczne materiały odpadowe, produkowane w regionie o pięćdziesięcioprocentowym udziale lasów w strukturze użytkowej gruntów, mogą i powinny być uznane za cenny surowiec. W dobie powszechnego (a z czasem coraz łatwiejszego) transportu masowego, powinien on być oferowany szerokiemu nabywcy. W tym celu należy przedsięwziąć starania dla umiejętnego skomponowania i atestowania surowca. Nikt nie zgodziłby się na sprzedaż węgla kamiennego wymieszanego ze skałą płonną jako surowca energetycznego. Zagadką jest więc dlaczego korę drzew oferuje się najczęściej jako mieszankę samej kory (w różnym stopniu przekompostowanej), trocin, gałęzi, kawałków drewna i innych odpadów. Naszym zdaniem, pokutuje w tej mierze ciągle pojęcie odpadu, jako niechcianego skutku prowadzonej produkcji. Odpadu, którego należy się jak najszybciej pozbyć, do tego jak najtańszym kosztem – stąd powszechne wypełnianie składowisk odpadów komunalnych materiałami, które bez wahania można nazwać cennymi surowcami.

## LITERATURA

- DOJLIDO J.R., 1995: Chemia wód powierzchniowych. Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko. Białystok.
- GREINERT A.: Przewodnik do ćwiczeń z gleboznawstwa i ochrony gleb. Wydawnictwo Politechniki Zielonogórskiej. Zielona Góra 1998.
- GREINERT H., DRAB M., 1984: Możliwości wykorzystania kory sosnowej w uprawie pomidorów szklarniowych. Zeszyty Naukowe WSInż. w Zielonej Górze. Nr 74/3. Inżynieria Środowiska. Zielona Góra, 117-130.
- GUS, 2002: Rocznik Statystyczny. Warszawa.
- HERMANOWICZ W., DOJLIDO J., KOZIOROWSKI B., ZERBE J., 1999: Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków. Arkady.
- TOMANEK J., 1997: Botanika leśna. PWRiL. Warszawa.
- US w Zielonej Górze, 2002: Rocznik statystyczny województwa lubuskiego. Zielona Góra.



**Jacek Gurwin, Józef Kryza**

Zakład Hydrogeologii Stosowanej, Instytut Nauk Geologicznych Uniwersytetu Wrocławskiego

**Lech Poprawski**

Biuro Pełnomocnika Rządu RP ds. Programu dla Odry-2006

**Artur Skowronek**

Geoconsult Skowronek & Wrobel GbR

## **ZINTEGROWANA KAMPANIA BADAWCZA DLA OKREŚLENIA EKOLOGICZNEGO STANU ZBIORNIKA RETENCYJNEGO „JEZIORO TURAWSKIE” ZGODNIE Z ZASADAMI ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU**

### **THE INTEGRATED RESEARCH CAMPAIGN FOR DETERMINATION OF ECOLOGICAL STATE OF THE STORAGE RESERVOIR „JEZIORO TURAWSKIE” IN ACCORDANCE TO THE RULES OF BALANCED DEVELOPMENT**

**Słowa kluczowe:** Jezioro Turawskie, monitoring środowiska wodnego, ekologia zbiorników zaporowych, zanieczyszczenia.

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono cele badawcze interdyscyplinarnego projektu dotyczącego ekologicznego stanu zbiornika retencyjnego „Jezioro Turawskie”. Z uwagi na zaawansowane procesy eutrofizacji priorytetowym celem kampanii badawczej jest określenie stanu zanieczyszczenia oraz wskazanie skutecznej metody renaturyzacji zbiornika. W ramach zadania uruchomiony został monitoring wód podziemnych i powierzchniowych oraz kampania opróbowania osadów dennych dla zebrania niezbędnych danych.

**Key words:** Turawa Lake, water environment monitoring, ecology of artificial reservoirs, pollution.

**Summary:** The basic aims of multidisciplinary Turawa Lake Project are presented in the paper. The project is focused on ecological condition of the reservoir. The Turawa Lake is undergoing rapid anthropogenic eutrophication, that's why the priority in investigations is given to assessing the pollution and to choose an effective method of remediation of the reservoir. The groundwater and surface water monitoring system has been developed and sediment sampling campaign as well to obtain sufficient data.



## WSTĘP

Biuro Pełnomocnika Rządu do Spraw „Programu dla Odry – 2006” podjęło się organizacji i koordynacji kampanii badawczej stopnia zanieczyszczenia Jeziora Turawskiego celem opracowania koncepcji i wyboru metody remediacji zbiornika.

W ramach planowanego na szeroką skalę programu pod nazwą „Stan ekologiczny zbiorników retencyjnych i wybranych jezior dorzecza Odry” turawski zbiornik retencyjny wytypowany został na projekt pilotażowy spośród 14 obiektów w zlewni Odry. Realizacja projektu możliwa jest dzięki wsparciu finansowemu Biura Programu dla Odry 2006 oraz Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska w Opolu.

Wybór zbiornika Turawa na „poligon doświadczalny”, który posłuży wypracowaniu standardowej metodologii pomiarowo-badawczej i laboratoryjnej, wynika z bogatych informacji archiwalnych i doświadczeń zdobytych w latach osiemdziesiątych w ramach kampanii badawczej na temat oceny procesów sedymentacyjnych, przeprowadzonej przez Instytut Nauk Geologicznych Uniwersytetu Wrocławskiego na tym zbiorniku [Teisseyre A. K., 1984]. Oszacowano wtedy między innymi miąższość mułu sapropelowego, schemat sedymentacji, przyrost osadów i bilans ilościowy.

Po realizacji nowego projektu badawczego, który (w porównaniu do tego sprzed dwudziestu lat) rozwinięty będzie przede wszystkim o wszechstronne i bogate analizy chemiczne, biologiczne i toksykologiczne, badania archiwalne posłużą jako materiał porównawczy do sprecyzowania dynamiki zmian zachodzących w zbiorniku.

Głównym celem działań monitoringowo-badawczych zaplanowanych dla określenia stanu ekologicznego zbiorników retencyjnych i wybranych jezior dorzecza Odry jest opracowanie podstaw naukowych na temat długotrwałych procesów zachodzących w zbiornikach wód powierzchniowych. Badania te posłużą za podstawę w racjonalnym gospodarowaniu i utrzymaniu obiektów istniejących, jak również planowaniu funkcjonalności nowych zbiorników retencyjnych, prognozowaniu dynamiki rozwoju w czasie, ich wpływu na środowisko naturalne oraz przewidywaniu i kalkulacji przyszłych zabiegów pielęgnacyjnych gwarantujących racjonalną, długotrwałą, i zgodną z unijnymi standardami ochrony środowiska gospodarkę obiektów. Pozostałe zbiorniki dorzecza Odry planowane do włączenia w prace badawcze to: Dzierżno Duże, Kanał Gliwicki, Jezioro Nyskie i Otmuchowskie, Zbiorniki Pilchowice, Lubachów, Mietków, Jezioro, Zamecko, Dąbie oraz Zalew Szczeciński i Zatoka Pomorska.

## JEZIORO TURAWSKIE – KRÓTKA CHARAKTERYSTYKA

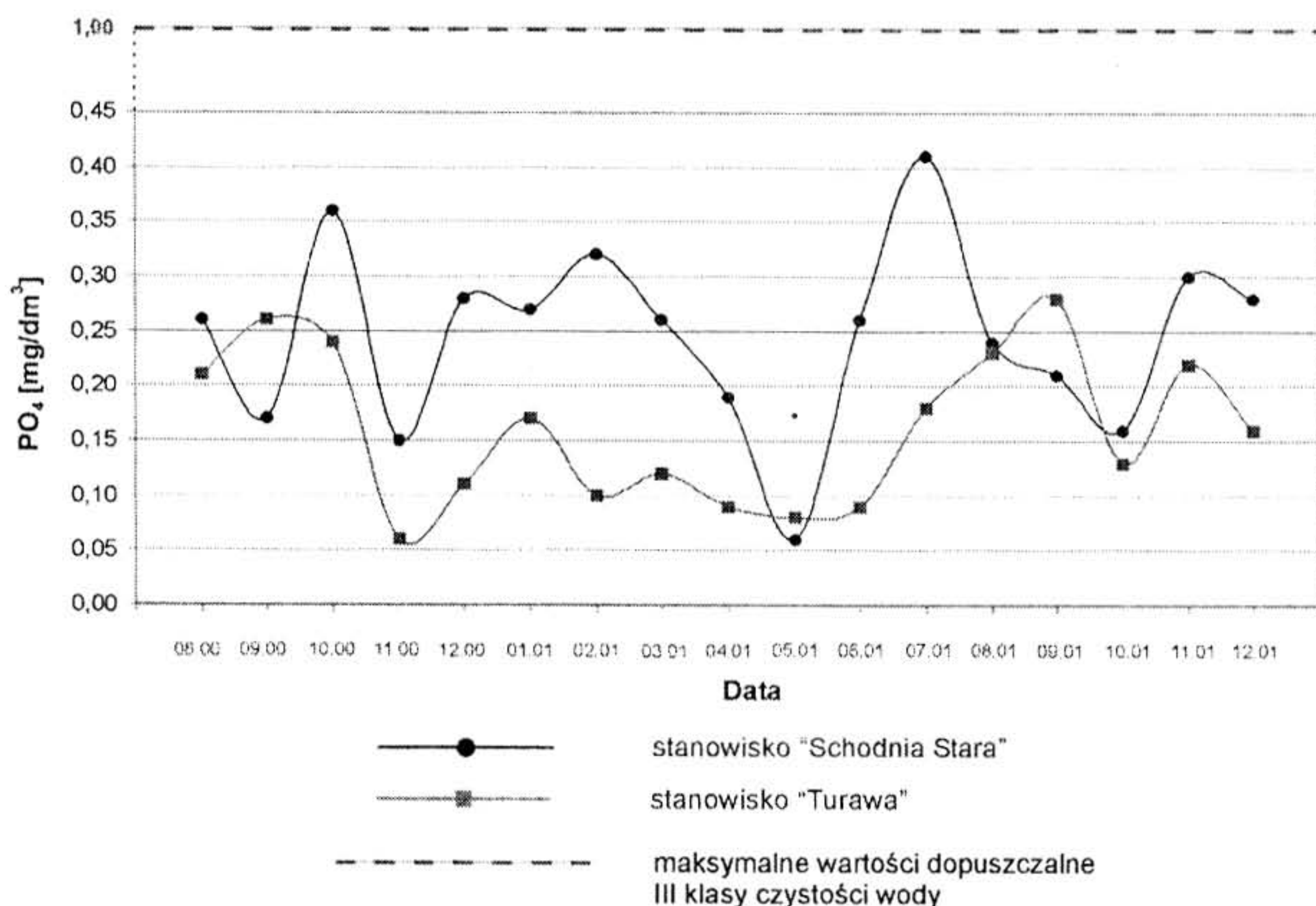
Jezioro Turawskie jest nizinnym zbiornikiem retencyjnym na rzece Mała Panew, którego powierzchnia wynosi ponad 2000 ha, a maksymalna pojemność retencji 106 mln m<sup>3</sup>. Średnia głębokość przy maksymalnym spiętrzeniu wody wynosi około 4-5 m. Zlewnia Małej Panwi leży na obszarach Wyżyny Śląskiej i Równiny Opolskiej, średni przepływ wody w środkowym biegu rzeki wynosi ok. 10 m<sup>3</sup>/s.



Potencjalnymi źródłami zanieczyszczeń wód Małej Panwi jest działalność rolnicza, ścieki komunalne i odpady przemysłowe. Działalność przemysłowa (również historyczna) w zlewni rzeki obejmuje między innymi: eksploatację i hutnictwo srebra, cynku i ołowiu, produkcję celulozy, produkcję chemiczną (w tym barwników dla przemysłu włókienniczego i materiałów wybuchowych), hutnictwo żelaza oraz hutnictwo szkła.

Zakwity sinic w Jeziorze Turawskim notowane są corocznie w miesiącach letnich od 1998 r., czyli po „wielkiej powodzi '97“. Prawdopodobnie doszło wtedy do kumulacji na dnie zbiornika bogatego w substancje odżywcze (biogeny) materiału. Wskutek braku funkcjonującego zbiornika wstępnego spływ rzeczny miał otwartą drogę w głąb misy jeziornej, która posłużyć mogła za swoistą pułapkę sedymencyjną rzeki Mała Panew.

Substancją biogeniczną regulującą rozwój glonów i umożliwiającą eutrofizację są przede wszystkim związki fosforu. Pomiary zawartości fosforanów w rzece Mała Panew bezpośrednio przed Jezioro Turawskim (stanowisko Schodnia Stara) oraz za zbiornikiem (stanowisko Turawa) (rys. 1) wykazują tendencję spadku obciążenia wody fosforanami na wypływie ze zbiornika.



**Rys. 1. Zmiany zawartości fosforanów w wodach na dopływie i odpływie ze zbiornika od sierpnia 2000 r. do stycznia 2001 r. (na podstawie danych WIOŚ Opole)**

Potwierdza to funkcję naturalnej podczyszczalni rzeki Mała Panew, którą (kosztem własnej kondycji ekologicznej) spełnia Jezioro Turawskie. Dodatkową informacją

wynikającą z tego zestawienia jest fakt, że zawartości fosforanów w głównym dopływie Jeziora Turawskiego nie przekroczyły w tym czasie wartości granicznej dla III klasy czystości wód, a problemy eutrofizacji w miesiącach letnich 2000 r. były poważne, co sugerować może, że potencjalne źródło biogenów znajduje się w osadach dennych.

Obok prawdopodobnego obciążenia wód i sedymentów biogenami (eutrofizacja), istnieje obawa kontaminacji toksynami, w tym metalami ciężkimi, zwłaszcza kadmem, którego niepokojące zawartości wykazane zostały zarówno podczas rozpoznania wstępnego sedymentów zbiornika [Skowronek, 2002], jak i w osadach górnej Małej Panwi [Ciszewski, Malik, 2003; Ciszewski et al., 2004]. Jedno z najwyższych obciążeń Małej Panwi tym metalem ciężkim potwierdza również „Atlas Geochemiczny Polski” [Lis, Pasieczna, 1995]. Istnieje zatem bezwzględna konieczność szczegółowego rozpoznania stężeń i przestrzennego rozkładu całej gamy potencjalnych zanieczyszczeń w masie osadu dennego.

## ZAKRES BADAŃ

Planowany zakres prac badawczych Jeziora Turawskie obejmuje: charakterystykę przyrodniczą i zagospodarowanie przestrzenne obszarów zasilania, rekonstrukcję warunków geologicznych, charakterystykę biomasy, odtworzenie cyklu obiegu wody i substancji, petrografię, geochemię i toksykologię osadów, rozpoznanie warunków geologiczno-inżynierskich dla robót hydrotechnicznych i składowania urobku oraz określenie rozwoju środowiska zbiornika.

W tym celu zaprojektowano serie monitoringu wód powierzchniowych oraz bogatą kampanię wiertniczą, obejmującą serię odwiertów hydrogeologicznych wokół zbiornika jak również siatkę otworów rozpoznawczych wewnątrz misy jeziornej. Uzyskane próbki wód powierzchniowych, wód podziemnych oraz osadów poddane zostaną wszechstronnym analizom chemicznym i toksykologicznym. Obok tradycyjnej analityki chemicznej realizowane będą w osadach dennych badania izotopowe (niepromieniotwórcze, lekkie izotopy trwałe), oraz pomiary cezu 137. W celu obserwacji dynamicznych zmian warunków hydrogeologicznych zaprojektowano i wykonano sieć piezometrów wokół zbiornika oraz zainstalowano automatyczną stację hydrogeologiczno-meteorologiczną Skye-ADAS (Automatic Data Acquisition System), rejestrującą dane z czujników rozmieszczonych w profilu glebowym, piezometrach i na dwóch wysokościach w atmosferze.

Badania strefy dennej zbiornika uzupełnione zostaną serią zdjęć georadarowych oraz pomiarami batymetrycznymi. Dodatkowo planowane są doświadczenia nad biologiczną utylizacją osadów organicznych przy zastosowaniu mikroorganizmów.

Jakościowa i ilościowa charakterystyka biomasy ma na celu określenie ogólnej kondycji biologicznej i stopnia ewentualnej degradacji biosfery. Dotyczy to analizy fitoplanktonu, makrobentosu, koncentracji chlorofilu-*a* i faeofityn, liczby bakterii *E. Coli*, *E. Coli* typu kałowego oraz sporządzenia oceny stanu ekologicznego na podstawie badań fitoplanktonu i makrobentosu uzupełnionego pozostałymi parametrami biologicznymi.



Do najważniejszych zadań projektu należy rozpoznanie cyklu obiegu wody i dróg migracji substancji w niej rozpuszczonych. Odtworzenie dróg zasilania i drenażu wód zbiornika nastąpi w oparciu o symulację na numerycznym modelu filtracji (MODFLOW). Model pozwoli ustalić wpływ zbiornika na układ hydrodynamiczny systemu wodonośnego w jego otoczeniu. Określenie parametrów przesączania i współczynnika filtracji osadów dennych będzie podstawą obliczeń oporności filtracyjnej w dnie zbiornika, decydującej o wymianie wody z poziomem wód gruntowych. Ocena elementów bilansu wodnego zostanie przeprowadzona na regionalnym modelu filtracji. Analizowane będą zmiany w bilansie wodnym w zależności od stopnia napełnienia zbiornika. Transport substancji rozpuszczonych będzie poddany analizie na modelu transportu masy, bazującym na numerycznym modelu filtracji, uwzględniając adwekcyjno-dyspersyjny schemat obliczeniowy.

Innym istotnym celem planowanej kampanii badawczej jest określenie ilości naniesionego materiału terygenicznego (sedymentu) przez dopływy powierzchniowe w ostatnich dwudziestu latach. Ponadto konieczne jest zbadanie dynamiki zmian morfologicznych dna zbiornika, zbilansowanie poszczególnych typów sedymentu (osadów piaszczystych i mułu sapropelowego) oraz zbilansowanie i ustalenie rozkładu przestrzennego zanieczyszczonych partii osadu dennego, będących potencjalnym źródłem biogenów lub substancji toksycznych. W tym celu planowane jest zastosowanie nowoczesnego oprogramowania komputerowego z branży geologiczno-górnictwa (SURPAC), gwarantującego wysoką precyzję obliczeniową. Trafne wymodelowanie przestrzenne osadów (w tym ustalenie rozkładu przestrzennego obciążonych partii materiału) współdecydować będzie o zbilansowaniu substancji biogenych i toksycznych, a tym samym wpłynie znacząco na wybór technologii remediacji Jeziora Turawskiego.

## REALIZACJA PROJEKTU

Prace badawcze na zbiorniku Turawa rozpoczęte zostały jesienią ubiegłego roku przy współpracy następujących instytucji: (1) Akademia Rolnicza w Szczecinie, Katedra Toksykologii, (2) Geoconsult Skowronek & Wrobel GbR, Niemcy, (3) Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Zakład Badania Jakości Zasobów Wodnych, (4) ITC – International Institute for Aerospace Survey and Earth Science, Holandia, (5) Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Legnicy, (6) Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, (7) Uniwersytet Opolski, Instytut Chemii i Katedra Biologii Molekularnej i Eksperymentalnej (8) Uniwersytet Wrocławski, Instytut Nauk Geologicznych (9), Zakład Usług Geologicznych „GRUNT” s.c. Opole, (10) Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Opolu.

Do tej pory wykonano jedną kampanię opróbowania wód powierzchniowych i gruntowych, serię odwiertów i instalację piezometrów wokół zbiornika oraz część odwiertów w jego czaszy. Przeprowadzono również testy badań georadarowych, wstępne rozpoznanie batymetryczne i badania stabilności dna zbiornika w celu wyboru techniki wiertniczej, a także pierwsze analizy biomasy. W odległości około 2 km od Jeziora Turawskiego, jak już wspomniano, uruchomiono automatyczną stację



pomiarową ADAS. Na podstawie materiałów archiwalnych przeprowadzono uproszczone modelowanie przestrzenne osadów dennych, którego wyniki posłużą później za materiał porównawczy w obliczaniu dynamiki wypełnienia misy jeziornej materiałem terygenicznym. Równolegle do wyszczególnionych powyżej zadań przeprowadzono różnorodne badania laboratoryjne i testy toksykologiczne. Zebrane materiały kartograficzne i ich cyfrowa obróbka pozwoliły zestawić numeryczną mapę zbiornika w skali 1:10 000 oraz mapę zlewni Małej Panwi w skali 1:50 000. Na tej bazie powstaną mapy tematyczne przy opracowywaniu wyników projektu. Zgromadzone dane z monitoringu jakości wód podziemnych i powierzchniowych wykorzystywane będą w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska [GIOŚ, 2004] przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Opolu, co zainicjowało funkcjonowanie sieci monitoringu wód podziemnych wokół zbiornika Turawa. Sieć obejmuje 8 wykonanych w ramach projektu otworów piezometrycznych oraz 10 istniejących otworów lub studni adaptowanych do funkcjonowania w sieci.

## WYKORZYSTANIE WYNIKÓW PROJEKTU

Wyniki projektu, czyli stwierdzenie stanu ekologicznego Jeziora Turawskiego posłuży w pierwszej kolejności jako baza informacji do opracowania metodyki i harmonogramu remediacji zbiornika oraz trwałego zabezpieczenia przed ewentualnym powtórным zachwianiem jego równowagi ekologicznej. Po ustaleniu źródeł zanieczyszczeń, zbilansowaniu masy substancji transportowanej ciekami powierzchniowymi i w wodach gruntowych oraz po określeniu potencjału remobilizacji z osadów dennych opracowany zostanie szczegółowy, optymalny dla Jeziora Turawskiego plan usunięcia lub neutralizacji substancji biogenych i szkodliwych znajdujących się w zbiorniku. Docelowym efektem musi być skuteczne i trwałe ograniczenie ich powtórnego dopływu z zewnątrz.

Prawdopodobnie najskuteczniejszym, ale równocześnie najdroższym i stwarzającym szereg problemów technicznych i ekologicznych zabiegiem dla redukcji biogenów i związków organicznych, byłoby wydobycie osadów dennych i ich zdeponowanie oraz trwałe zabezpieczenie na powierzchni.

Do zabiegów remediacji bez usunięcia obciążonych sedymentów poza zbiornik (tak zwanych zabiegów *in situ*) należą dla przykładu:

- napowietrzanie wód przydennych,
- chemiczne wytrącenie i „zablokowanie” związków fosforu substancjami chemicznymi (tlenkiem glinu, tlenkiem żelaza lub węglanem wapnia) czy też
- biomanipulacja przy użyciu szczepów mikroorganizmów.

W ramach zabiegów ograniczających transport biogenów ciekami powierzchniowymi zaprojektowane mogą zostać w pierwszej fazie rozwiązania doraźne, poprzedzające trwałe i kompleksowe zmniejszenie poziomu zrzutów punktowych lub liniowych w zlewni Jeziora Turawskiego. Zabiegi takie, zrealizowane krótkoterminowo przed finalną rozbudową instalacji kanalizacyjnej, polegać mogą na stosunkowo prostych inwestycjach hydrotechnicznych prowadzących do naturalnej redukcji ładunku biogenów poprzez roślinność wodną (zasada hydrobotanicznej



oczyszczalni ścieków, ekoton mokradeł). Taką inwestycją może być przebudowa zbiornika wstępnego na ujściu rzeki Mała Panew (w ramach i tak nieodzownych prac remontowych na tym obiekcie) oraz odpowiednie wyprofilowanie ujścia rzeki Libawy. Dalszym rozwiązaniem dla zanieczyszczonych, ale stosunkowo niewielkich cieków powierzchniowych może być zainstalowanie tymczasowo działających stacji uzdatniania wody. Projekt zmierza ku wypracowaniu standardowej, optymalnej metodologii badawczo-monitoringowej i podstaw naukowych dla rozpoznania stopnia zanieczyszczenia i stanu technicznego innych zbiorników wodnych w zlewni Odry, które planowane są w dalszym etapie programu pn. „Stan ekologiczny zbiorników retencyjnych i wybranych jezior dorzecza Odry”.

Wprowadzone niedawno w życie nowe prawodawstwo z zakresu gospodarki wodnej i polityki ekologicznej Państwa obliguje do diametralnych zmian również w polityce zasobami wodnymi.

Nowe regulacje prawne takie jak „Prawo ochrony środowiska“, „Prawo wodne“, „Ustawa o odpadach“, „Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi“ czy też „Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie rodzajów stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony“ nie tylko zaostrzają wiele fizyko-chemicznych parametrów granicznych, ale również definiują zupełnie nowe obowiązki (i prawa) użytkowników wód.

Zgodnie z polityką Unii Europejskiej gospodarowanie zasobami wodnymi musi spełniać wymogi zasad „zrównoważonego rozwoju“ (Sustainable Development), które w myśl „Agendy 21“ przyjęte zostały przez kraje członkowskie za najważniejszy element polityki rozwoju społeczno-gospodarczego początku XXI wieku.

## LITERATURA

- CISZEWSKI D., MALIK I., 2003: Zapis XX-wiecznej historii zanieczyszczenia rzeki Małej Panwi metalami ciężkimi w jej osadach. *Przegląd Geologiczny*, 51 (2), Warszawa.
- CISZEWSKI D., MALIK I., WARDAS M., 2004: Uwarunkowania geomorfologiczne migracji metali ciężkich w osadach fluwialnych: dolina Małej Panwi. *Przegląd Geologiczny*, 52 (2), Warszawa.
- GIOŚ, 2004: Państwowy Monitoring Środowiska, <http://www.gios.gov.pl/index7.php>.
- KRYZA J., POPRAWSKI L., SKOWRONEK A., 2003: Badania stanu ekologicznego wybranych zbiorników wód stojących dorzecza Odry. Problemy ochrony zasobów wodnych w dorzeczu Odry. Duszniki Zdr., maj 2003, Wyd. RZGW Wrocław.
- LIS J., PASIECZNA A., 1995: Atlas Geochemiczny Polski. Wyd. PIG, Warszawa.
- SKOWRONEK A., 2002: Projekt zintegrowanych prac pomiarowo-badawczych dla określenia obciążenia zbiornika wodnego zanieczyszczonymi osadami dennymi (na przykładzie zbiornika Turawa). Problemy ochrony zasobów wodnych w dorzeczu Odry – 2002, Szklarska Poręba, maj 2002, Wyd. RZGW Wrocław.
- TEISSEYRE A. K., 1984: Osady dennie Jeziora Turawskiego w świetle badań geologicznych. *Geologia Sudetica*, 18 (1), Wrocław.





**Zbigniew Haber**

Wyższa Szkoła Ochrony Środowiska w Bydgoszczy

## BIOTECHNICZNA OBUDOWA WAŁÓW PRZECIWPOWODZIOWYCH W ŚWIELE LITERATURY NIEMIECKIEJ

### BIOTECHNICAL COVERING OF RIVER EMBANKMENTS ACCORDING TO SOME GERMAN PUBLICATIONS

**Słowa kluczowe:** ochrona przeciwpowodziowa, wały ochronne, zadrzewienia skarp.

**Streszczenie:** Po ostatniej klęsce powodzi w Polsce zachodniej i na terenie wschodnich Niemiec, w obydwu krajach wzrosło zainteresowanie problemami ochrony przed ewentualnymi skutkami powodzi w przyszłości. Na dwóch konferencjach naukowych organizowanych w latach 2001-2004 wiele miejsca poświęcono zabezpieczeniu wałów przeciwpowodziowych (Politechnika Zielonogórska, PAN Gliwice-Zabrze). W dobie ekologii szczególną uwagę poświęca się problematyce biotechnicznej obudowy wałów przez obsadzanie ich roślinnością zabezpieczającą w skuteczny sposób wały przed erozją wód powodziowych. Ciekawe materiały znaleźć można na ten temat w literaturze niemieckiej ostatnich lat. Publikację tę poświęcono omówieniu niektórych z nich.

**Summary:** After the flood disaster which took place in West Poland and in the east part of German Republic in 1997, the interest how to avoid the flood disaster in future – increased in both countries. Important problem is to build new embankments along the Odra river. Two international conferences were design to this problem: Technical University of Zielona Góra 2001 and Polish Academy of Science Zabrze – Gliwice 2003. In the time of increasing role of ecology in the life and landscape, a special attention should be paid on the consolidation of the embankments using trees and shrubs. This allows to avoid a visual conflict in the landscape, however the main purpose of planting the trees is the consolidation of embankments with roots of planted trees. The newest german publications indicate on the group of trees belonging to the species of willow (*Salix* sp.). Some of them are binding the soil - volume from 0.41 m<sup>3</sup> (*Salix acutifolia*) to 0.90 m<sup>3</sup> (*Salix americana*). Other recommended trees – were described in this paper.

Budowa wałów ochronnych przed powodzią jest przede wszystkim zadaniem technicznym dla inżynierów budownictwa wodno-melioracyjnego. Prace te polegają na:

- lokalizacji budowy na obrzeżach zalewisk,
- nawiezieniu masy ziemi niezbędnej do usypania wałów o zaprojektowanej wysokości,

- umocnieniu ich podstawy i zagęszczeniu gruntu,
- ukształtowaniu korony,
- obsadzeniu odpowiednią roślinnością drzewiastą,
- obsianiu wolnych powierzchni trawą.

Roślinność trawiasta spełnia funkcję stabilizacji powierzchniowej, a roślinność drzewiasta umożliwia wzmocnienie warstwy gruntu do półtora metra od powierzchni. W dobie ekologii, która na przełomie wieków staje się symbolem naszych czasów, coraz liczniejsze sygnały na temat biologicznej obudowy wałów docierają głównie z Europy Zachodniej, gdzie w ostatnich latach opublikowano interesujące materiały na ten temat. Powszechnie znane są metody techniczne, natomiast osiągnięcia inżynierii ekologicznej, aczkolwiek nie są nowością – wymagają większej popularyzacji.

W literaturze niemieckiej ostatnich lat 9 [Begemann, Schiechl, 1994; Haber, Urbański, Kałwińska; Schluter, 1990; Weibel, 1992] zwraca się szczególną uwagę nie tylko na problemy właściwego przygotowania technicznego obwałowań, ale również podkreśla się ważną rolę roślinności o cechach biotechnicznych w umacnianiu powierzchni wałów.

Jako właściwości biotechniczne [Haber, Urbański, Kałwińska] przyjmuje się, że jest to zespół cech danego gatunku (wymagania glebowe, klimatyczne, tolerancja na zasobność i odczyn oraz na wilgotność podłoża) umożliwiających intensywny rozwój systemu korzeniowego z wytworzeniem zwartej przestrzeni glebowo-korzeniowej, która może stabilizować grunty w sposób skuteczny i trwały.

Zwraca się uwagę na gatunki drzew i krzewów wykazujące wymienione cechy. Begemann i Schiechl [1994] podkreślają potrzebę uwzględniania wpływu miejsc wysadzania drzew na skarpach w zależności od wymagań siedliskowych. Dotyczy to zarówno drzew, jak i krzewów. Wymienieni autorzy [Begemann, Schiechl, 1994] podają za Weibelem [1992] wykazy gatunków drzew (wyłącznie gatunki liściaste) według ich wymagań siedliskowych, wyznaczając gatunki do obsadzania wałów w strefie przywodnej, środkowej oraz zalecane do obsadzania szczytowych partii wałów. Obsadzanie skarpi odpowiednio dobraną roślinnością umożliwia wykorzystanie cech biotechnicznych drzew i krzewów do umocnienia obwałowań i równocześnie pozwala zachować harmonię krajobrazu [Haber, Urbański, Kałwińska]. W odniesieniu do wałów przeciwpowodziowych Hähn [1982], Neumann [1981], Begemann [1992] oraz Neumann i Hoffman [1997] zwracają szczególną uwagę na różne gatunki z rodzaju *Salix*.

Szczegółowe badania Hähna [1982] opublikowane w 1981 r. przez Neumanna i Hoffmanna z 1997 r. [1997] wykazały, że wierzby wytwarzają wyjątkowo silny i zwarty system korzeniowy mogący tworzyć dobrze związaną przestrzeń korzeniowo-glebową, która w sposób naturalny (ekologiczny) umacnia powierzchniową warstwę wałów, nie dopuszczając do erozji w przypadku wysokiego poziomu wody.

Korzenie wierzb tworzą zwartą bryłę do głębokości 90 cm od powierzchni, przy czym wierzby wykazują dużą tolerancję na wilgotność i warunki siedliskowo-glebowe. Preferując dużą wilgotność podłoża, wierzby również dobrze mogą rosnąć na stanowiskach suchych, jak skarpy kolejowe lub drogowe, gdzie gęsto sadzone znoszą krótkie przycinanie i mogą być traktowane jako roślinność okrywowa [Hoffmann, Neumann, Haber, 1997]. Według badań Hähna [1982], poszczególne gatunki wierzb



tworzą już w pierwszym roku po wysadzeniu bryły korzeniowo-przestrzenne o objętości od 0,41 m<sup>3</sup> (gatunki *Salix acutifolia* i *Salix purpurea*) do 0,66 m<sup>3</sup> (*Salix viminalis*), a nawet do 0,90 m<sup>3</sup> (*Salix americana*). Do krótkiego przycinania pędów nadaje się szczególnie *Salix repens*. Odpowiadają jej suche skarpy drogowo-kolejowe, gdzie gatunek ten tworzy niską okrywę gruntu.

Wyniki tych badań wskazują na bardzo dużą skuteczność wiązania gleby przez systemy korzeniowe wierzb. Przydatność wierzb dla tego celu potwierdzają również badania Neumanna i Hofmanna [1985], którzy stosowali wierzbę do obsadzania skarp drogowych na glebach stosunkowo suchych, przy dwu-, trzykrotnym przycinaniu pędów na wysokości 20 cm nad ziemią.

Wśród często spotykanych na powierzchni wałów gatunków Schluter [1990] wymienia następujące drzewa i krzewy podane w tabeli 1.

W uzupełnieniu badań Begeman i Schiechl podają, że obsadzanie wałów roślinnością sprzyja rozwojowi biocenoz świata zwierząt gnieźdzących się wśród roślinności wałów przeciwpowodziowych. Autorzy przedstawiają to w następującej tabeli (tab. 3).

Z cytowanych danych literatury niemieckiej wynika, że biotechniczna metoda umacniania powierzchni wałów, przy odpowiednim doborze gatunków jest zarówno skuteczna, jak i ekologiczna.

**Tab. 1. Gatunki drzew i krzewów potencjalnie użyteczne w biotechnice obsadzania skarp**

<i>Acer campestre</i>	Klon
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Jawor
<i>Cornus sanguinea</i>	Dereń
<i>Corylus avellana</i>	Leszczyna
<i>Crataegus monogyna</i>	Głóg
<i>Euonymus europaeus</i>	Trzmielina
<i>Fraxinus excelsior</i>	Jesion
<i>Ligustrum vulgare</i>	Ligustr
<i>Populus canadensis</i>	Topola
<i>Prunus avium</i>	Czereśnia ptasia
<i>Prunus domestica</i>	Czereśnia
<i>Rosa canina</i>	Róża
<i>Salix alba/rubens</i>	Wierzba
<i>Salix fragilis</i>	Wierzba
<i>Sambucus nigra</i>	Bez czarny
<i>Sorbus aucuparia</i>	Jarzębina
<i>Viburnum opulus</i>	Kalina

Tab. 2. Drzewa wykazujące właściwości biotechniczne zalecane do stosowania w różnych warunkach siedliskowych [wg. Begemana i Schiechtla, 1994]

Gatunki drzew do obsadzania wałów tuż nad lustrem wody (wymagające dużej wilgotności)	
<i>Alnus glutinosa</i>	Olsza czarna
<i>Salix fragilis</i>	Wierzba krucha
<i>Salix cinerea</i>	Wierzba szara
<i>Salix alba</i>	Wierzba biała
<i>Betula pubescens</i>	Brzoza omszona
Gatunki drzew do obsadzeń wyższych partii wałów – (dobrze rosnące przy umiarkowanej wilgotności podłoża)	
<i>Padus sp.</i>	Czeremcha
<i>Quercus robur</i>	Dąb szypułkowy
<i>Ulmus carpinifolia</i>	Wiąz polny
<i>Ulmus glabra</i>	Wiąz górski
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Klon jawor
<i>Prunus avium</i>	Czeresnia ptasia
<i>Sorbus aucuparia</i>	Jarząb pospolity
<i>Betula sp.</i>	Brzoza
Gatunki drzew tolerujące niedobór wilgoci (a nawet suszę podłoża)	
<i>Alnus sp.</i>	Olsza
<i>Populus tremula</i>	Osika
<i>Pinus sp.</i>	Sosna

Tab. 3. Wpływ obsadzania wałów roślinnością na rozwój biocenoz świata zwierzęcego [wg Begemanna i Schiechtla, 1994]

Roślinność (plants)	Ptaki (birds)	Ssaki (mammals)	Owady (insects)	Gady (reptiles)	Płazy (amphibians)
drzewa	b. duży	duży	b. duży	brak wpływu	brak wpływu
krzewy	b. duży	duży	b. duży	średni	brak wpływu
byliny	średni	średni	b. duży	średni	brak wpływu
runo	średni	brak wpływu	duży	duży	średni
gole strome brzegi	duży	brak wpływu	średni	brak wpływu	brak wpływu

## PODSUMOWANIE

Obsadzanie wałów przeciwpowodziowych podanymi w literaturze gatunkami drzew o cechach biotechnicznych umacnia warstwę powierzchniową do głębokości od około 0,5 m (przy lustrze wody) do 1,5 m (w górnej części wałów).

Zieleń obrzeży rzeki akcentuje linearność jej przepływu, a wraz z zadrzewieniami śródpolnymi i uprawami rolniczymi tworzy ekosystem sprzyjający rozwojowi ptaków i



drobnej zwierzyny, przede wszystkim jednak zadrzewienia, wzmacniając wały przywodne i chroniąc je przed rozmyciem.

## LITERATURA

- BEGEMANN W., SCHIECHTL H., 1994: Ingenieur Biologie Handbuch zum Ökologischen Wasser und Erdbau. Werlag Gmbh Wiesbaden.
- BEGEMANN W., 1992: Von der Pflanzenphysiologie zur Bauphysik Ingenieurbiologie, Jahrbuch 1980, Stuttgart, Kramer Verlag.
- HABER Z., URBĄŃSKI P., KAŁWIŃSKA A.: Współczesne metody stabilizacji nawierzchni skarp i obrzeży wód. Sprawozdanie z konferencji: Obwałowania cieków wodnych i pobocza szlaków komunikacyjnych. Problemy przyrodniczo-techniczne. Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska Polskiej Akademii Nauk.
- HÄHN K., 1982: Messungen des Widerstandes von Geholzwurzelsystemen gegenüber oberirdisch angreifenden Zugkräften. Ingenieurbiologie Jahrbuch 1981, Kranke Verlag.
- NEUMANN A., 1981: Die mitteleuropäischen Salix: Arten-Wien, Österreichischer Agrarverlag.
- HOFFMANN J., NEUMANN K., HABER Z., 1997: The modern methods of reinforcement of slopes. Procc. Of Symp: Environmental Friendly and Modern Roads. Warszawa.
- SCHIECHTL H., 1985: Watershed Management Handbook Rome, FAO.
- SCHLUTER U., 1990: Laubgehölze. Ingenieurbiologische Einsatzmöglichkeiten Berlin-Hannover, Patzer-Verlag.
- WEIBEL T., 1992: Ingenieurbiologische Sicherung einer rutschgefährdeten Böschung Schweizer Ingenieur und Architekt, Verlag.





**Wojciech Halicki, Joanna Pniewska**

Instytut Ekologii Stosowanej, Maszewo

## MOŻLIWOŚĆ OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW Z ICH WYKORZYSTANIEM DO LOKALNEJ RETENCJI NA PRZYKŁADZIE GMINY KAMIENIEC

### POSSIBILITY OF CLEAN-UP TREATMENT OF SEWAGE WITH THEIR UTILIZATION FOR LOCAL RETENTION BASED ON EXAMPLE OF KAMIENIEC DISTRICT

**Słowa kluczowe:** retencja wodna, oczyszczanie ścieków, roślinne oczyszczalnie ścieków, bilans wodny, zasoby wodne.

**Streszczenie:** Prowadzone w ostatnim stuleciu działania dążące do zwiększenia arealu produkcji rolniczej doprowadziły do znacznego utracenia przez środowisko zdolności do retencjonowania wody. Artykuł opisuje możliwość tworzenia obszarów małej retencji z równoczesnym rozwiązaniem problemu gospodarki ściekowej na przykładzie jednej z gmin wiejskich województwa wielkopolskiego.

**Key words:** water retention, wastewater treatment, wetland sewage plant, water balance, water resources.

**Summary:** Activities which were giving rise to increase of the acreage of land production has caused the environment forfeited the natural ability for water retention. The article shows the way of formation the areas of water retention with simultaneous resolving problems of sewage management basing on the one of polish districts.

## WSTĘP

Prowadzone zabiegi melioracyjne, zwłaszcza w ostatnim stuleciu nastawione głównie na powiększanie arealu produkcji rolniczej, zmierzały do umożliwienia szybkiego odprowadzania wody, osuszania i odzyskiwania gruntów. W wyniku tego przestało istnieć wiele naturalnych cieków zastąpionych rurociągami drenarskimi i prostymi kanałami, znikły oczka wodne i zadrzewienia śródpolne, zlikwidowano 80% stawów i piętrzeń młyńskich [MŚ, 2003]. Ponadto w wyniku zmiany mikroklimatu, wynikającej ze zmniejszenia powierzchni zajmowanej przez lasy, pociągającej za sobą niekorzystne zmiany mikroklimatu i degradację gleb, a także poprzez wyniszczenie naturalnej szaty roślinnej, zmianę składu botanicznego lasów (tu również tworzenie monokultur sosny), osuszanie torfowisk i wprowadzenie jednolitych kultur polowych, skutkujących zmianą fauny, została zaburzona zdolność środowiska do naturalnego

retencjonowania wody. Zachodzące zmiany w hydrosferze w związku ze złym regulowaniem obiegu wody, mają znaczny wpływ na świat roślin i zwierząt naruszając ustaloną względną równowagę biocenotyczną. W związku z powyższym istnieje konieczność odzyskania utraconych wartości środowiska naturalnego poprzez tworzenie obszarów retencji wodnej, gdyż magazynowanie wody w zlewni wpływa na kształtowanie odpływu z jej powierzchni prowadząc do spowolnienia lub powstrzymania go przy jednoczesnym odtwarzaniu naturalnego krajobrazu. Budowa zbiornika wodnego powoduje podniesienie i ustabilizowanie wód gruntowych na korzystnym poziomie, a tym samym poprawę stosunków wilgotnościowych na terenach w zasięgu spiętrzonej wody. Ponadto stwarza to nowe atrakcyjne warunki dla rozwoju roślinności i siedlisk zwierząt. Wokół akwenu wytwarza się specyficzny mikroklimat, powstają płytkie strefy służące jako tarliska oraz miejsce żerowania narybku, także odpowiednie warunki do bytowania ptactwa wodno-błotnego, płazów i innych zwierząt w związku z czym wzrasta różnorodność biologiczna.

Ze względu na to, iż obecnie większość gmin w Polsce boryka się z poważnymi problemami finansowymi, a wszelkie możliwe do poczynienia oszczędności w jednej dziedzinie, zostaną z pewnością szybko ulokowane w innej sferze ochrony środowiska, to nie wymaga uzasadnienia atrakcyjność realizacji kilku celów w drodze jednej inwestycji. Tak też tworzenie obszarów małej retencji przy równoczesnej realizacji gospodarki ściekowej, wydaje się być jak najbardziej uzasadnione zarówno ze względów finansowych, jak i ekologicznych. W Polsce zaledwie 14% mieszkańców wsi jest objętych zorganizowanym odbiorem ścieków [GUS, 2003]. Należy się spodziewać, że realizacja gospodarki ściekowej na terenach wiejskich będzie dążyć do budowy głównych oczyszczalni ścieków i kanalizowania coraz to większych obszarów. Tak jak znajduje to uzasadnienie w przypadku większych miejscowości tak i w przypadku tych mniejszych, wydaje się być nie poparte finansowymi, ekonomicznymi, a przede wszystkim ekologicznymi przesłankami, zwłaszcza, że obowiązujące Prawo Wodne nie wymaga budowy kanalizacji w aglomeracjach o liczbie mieszkańców do 2000 i daje możliwości oczyszczania ścieków systemami indywidualnymi [DzU nr 115, poz. 1229]. Stwarza to szanse poczynienia dużych oszczędności, ale również ochrony wód gruntowych i powierzchniowych, a zarazem możliwości tworzenia obszarów małej retencji w wypadku oczyszczania ścieków naturalnymi systemami.

Uwzględniając, że:

- w wyniku zabiegów melioracyjnych, zmniejszenia się powierzchni zajmowanych przez lasy, zmiany ich składu botanicznego, osuszanie torfowisk i wprowadzenie jednolitych kultur polowych została zaburzona zdolność środowiska do naturalnego retencjonowania wody;
- istnieje konieczność odzyskania utraconych wartości środowiska naturalnego poprzez tworzenie obszarów małej retencji wodnej;
- obiekty retencyjne spełniają wiele ważnych funkcji nie tylko przyrodniczych;
- gminy zwłaszcza wiejskie borykają się z problemem rozwiązania gospodarki ściekowej na swoim terenie;
- w Polsce zaledwie 14% mieszkańców wsi jest objętych zorganizowanym odbiorem ścieków;



- obowiązujące Prawo Wodne daje możliwości w aglomeracjach o liczbie mieszkańców do 2000, oczyszczania ścieków systemami indywidualnymi.
- podjęto temat tworzenia terenów małej retencji przy okazji realizacji gospodarki ściekowej poprzez oczyszczanie ścieków za pomocą przydomowych i lokalnych roślinnych oczyszczalni ścieków.

## GMINA KAMIENIEC

### Charakterystyka gminy Kamieniec

Gmina Kamieniec położona jest na terenie woj. wielkopolskiego w powiecie Grodzisk Wlkp. W tabeli nr 1 przedstawiono charakterystyczne dane gminy. Jak wynika z poniższego zestawienia gmina Kamieniec posiada liczną sieć osadniczą z niewielką ilością mieszkańców.

**Tab. 1. Charakterystyka gminy**

Cecha	Gmina Kamieniec
Powierzchnia całkowita	13233 ha
Udział gruntów rolnych	90%
Udział gruntów leśnych	10%
Liczba ludności	6708
Średni roczny opad	500
Liczba miejscowości	29
Zlewnia	Północny Kanał Obry

Gmina Kamieniec posiada nieliczne zbiorniki wód stojących, a ponadto jak wynika z powyższej tabeli charakteryzuje się małym udziałem lasów w strukturze użytkowania gruntów. Jest to typowa gmina rolnicza. Aż 60% gruntów stanowią grunty orne i można określić, że jest to teren pod presją zmechanizowanego rolnictwa [Halicki, 2002]. Średni roczny opad na terenie gminy wynosi 500 mm [Atlas Klimatyczny Polski, 1975] co oznacza, że jest to jedna z najuboższych w opady gmin w Polsce.

### Obecny stan gospodarki wodno-ściekowej w gminie Kamieniec

Gmina Kamieniec jest w 100% zwodociągowana. Zapotrzebowanie na wodę pokrywane jest z pięciu własnych ujęć gminnych o wydajności  $Q_d=1260 \text{ m}^3/\text{d}$ .

Powstające na terenie gminy Kamieniec ścieki oczyszczane są głównie w pięciu oczyszczalniach. Największa z nich (składająca się z komór osadu czynnego) znajduje się w miejscowości Kamieniec (w 100% skanalizowanej). Jej przepustowość, to  $300 \text{ m}^3/\text{d}$ , jednak do oczyszczalni dopływało średnio  $170 \text{ m}^3/\text{d}$ . Ścieki oczyszczone trafiają do Strugi Kamienieckiej (Rów Grodziski), a dalej do Północnego Kanału Obry.

Drugą co do wielkości oczyszczalnią w gminie Kamieniec jest oczyszczalnia w miejscowości Sepno o projektowanej przepustowości  $Q_{d\text{sr}}=100 \text{ m}^3/\text{d}$ . Do oczyszczalni

dopływało około  $30 \text{ m}^3/\text{d}$ . Ścieki oczyszczone odprowadzane są do rowu melioracyjnego.

Trzecią oczyszczalnią jest oczyszczalnia w miejscowości Szczepowice o projektowanej przepustowości  $Q_{\text{dsr}}=100 \text{ m}^3/\text{d}$ . Do oczyszczalni dopływa około  $20 \text{ m}^3/\text{d}$ , ścieki oczyszczone odprowadzane są do rowu melioracyjnego.

Czwartą oczyszczalnią jest oczyszczalnia szkolna w miejscowości Konojad oddana do użytku w 1998 r., o projektowanym obciążeniu  $10,2 \text{ m}^3/\text{d}$ . Ścieki pochodzą ze szkoły oraz czterech gospodarstw i po ich oczyszczeniu kierowane są grawitacyjnie do rowu melioracyjnego, a stamtąd do Mogilnicy.

Piątą oczyszczalnią jest naturalna roślinno-stawowa oczyszczalnia, znajdująca się przy szkole w miejscowości Parzęczewo. Ścieki pochodzą ze szkoły oraz 2 bloków wielorodzinnych znajdujących się w niedalekim sąsiedztwie oczyszczalni. Oczyszczalnia posiada przepustowość  $Q_{\text{dsr}}=25 \text{ m}^3/\text{d}$ , ścieki oczyszczone trafiają za pomocą rowu chłonnego do gruntu, częściowo odprowadzane są do rowu melioracyjnego, a docelowo mają być wykorzystane do nawadniania plantacji wierzby energetycznej. Oczyszczalnia ścieków w Parzęczewie składa się z filtra roślinnego z wypełnieniem organicznym o powierzchni  $512 \text{ m}^2$  i stawu denitryfikacyjnego o powierzchni  $520 \text{ m}^2$ .

Ponadto na terenie całej gminy wybudowano około 100 oczyszczalni indywidualnych, są to naturalne roślinno-stawowe oczyszczalnie, działające, co do zasady oczyszczania, jak oczyszczalnia przy szkole w Parzęczewie. Mieszkańcy pobierają wodę gruntową na cele bytowo-gospodarcze, a po oczyszczeniu wykorzystują ją ponownie np. do podlewania ogródków, mycia zwierząt i w rezultacie z powrotem trafia ona do gruntu. Przydomowe oczyszczalnie stanowią filtry o powierzchni  $12 \text{ m}^2$  każdy i 2 stawy, denitryfikacyjny o powierzchni  $10 \text{ m}^2$  i chłonny o powierzchni około  $3 \text{ m}^2$ .

Pozostała część ścieków bytowo-gospodarczych powstających na terenie gminy jest w założeniu gromadzona w osadnikach bezodpływowych i wywożona. W praktyce większość ścieków przepływa przez nieszczelne zbiorniki i dostaje się do gruntu, a w dalszej konsekwencji do wód gruntowych. Tylko niewielka część ścieków nieoczyszczonych odprowadzana jest do rowów.

## **KORZYŚCI PŁYNĄCE Z ROZWIĄZANIA PROBLEMÓW GOSPODARKI ŚCIEKOWEJ W GMINIE POPRAZ NATURALNE ROŚLINNE OCZYSZCZALNIE ŚCIEKÓW W ŚWIELE TWORZENIA OBSZARÓW MAŁEJ RETENCJI**

Stworzenie w gminie Kamieniec jak dotąd 100 przydomowych oczyszczalni ścieków i lokalnej oczyszczalni ścieków w Parzęczewie przyczyniło się do powstania stawów o łącznej powierzchni ponad  $1800 \text{ m}^2$  i pojemności  $1500 \text{ m}^3$ , do których dopływa około  $70 \text{ m}^3/\text{d}$  ścieków oczyszczonych. Ponadto powstało ponad  $1700 \text{ m}^2$  powierzchni filtrów roślinnych, które przetrzymują również kilkadziesiąt metrów sześciennych oczyszczonych ścieków. Oznacza to znaczne spowolnienie odpływu wody z terenu gminy, która pod względem ilości opadów atmosferycznych należy do



najuboższych w kraju. W gminie, w której już dawno zniknęły niegdyś liczne oczka śródpolne, w której w prawie każdej miejscowości był staw, stworzenie 0,35 ha terenów o zdolnościach podwyższonego retencjonowania wody nie jest bez znaczenia. Ponadto powstały tereny będące siedliskiem występowania wielu gatunków roślin, płazów, owadów organizmów planktonowych i ryb, co jest dużym wkładem dla podtrzymania wartości przyrodniczej terenu gminy. Budowa zbiorników wodnych wchodzących w skład oczyszczalni doprowadziła do poprawy stosunków wilgotnościowych i spowodowała wytworzenie się specyficznego mikroklimatu oraz poprawę lokalnego bilansu wodnego. Ponadto obiekty retencyjne spełniają wiele innych różnorodnych zadań i funkcji w gminie, jak na przykład zaspokajanie potrzeb wypoczynku mieszkańcom.

Ponadto zgodnie z Agendą 21, która mówi o promowaniu użycia w rolnictwie, hodowli odpowiednio oczyszczonej wody z odzysku i wprowadzaniu stosowania lokalnych oczyszczalni celem bezpieczniejszego użycia wody z odzysku dla rolnictwa i przemysłu, woda zużyta przez mieszkańców na cele bytowo-gospodarcze po oczyszczeniu jest ponownie wykorzystywana do np. podlewania roślin, mycia sprzętu rolniczego itp. To przyczynia się do poprawy lokalnego bilansu wody, gdyż pobierana z terenu gminy woda na cele wodociągowe jest w znacznej części ponownie wykorzystana do odbudowy zasobów wodnych na terenie gminy poprzez nawadnianie lub odprowadzanie do gruntu. Wykorzystanie ścieków oczyszczonych do nawodnień nie tylko redukuje pozostałe jeszcze zanieczyszczenia, lecz powoduje znaczące oszczędności w poborze wody.

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z 29 listopada 2002 r. w sprawie warunków jakie należy spełniać przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego [DzU nr 116, poz. 503] obiekty poniżej 15 000 RLM powinny zapewniać redukcję substancji organicznej i zawiesiny, a nie ma obowiązku usuwania w z azotu i fosforu. W roślinnych oczyszczalniach ścieków wybudowanych w gminie, dochodzi jednak do znacznej redukcji azotu i fosforu. W lokalnej oczyszczalni ścieków w Parzęczewie poza redukcją BZT<sub>5</sub> i zawiesiny zachodzi około 76% redukcja azotu trafiającego ze ściekami na oczyszczalnię i 70% redukcja fosforu. W przypadku przydomowych oczyszczalni redukcja azotu ogólnego głównie zależy od sposobu wykonania przez mieszkańców oczyszczalni i jej obciążenia, i waha się od 60% redukcji azotu ogólnego do 80%, a w przypadku fosforu od 75% redukcji fosforu ogólnego do nawet 95%. To wpływa na polepszenie stanu wód gruntowych na terenie gminy.

## WNIOSKI

Zawarte 11 kwietnia 2002 r. porozumienie dotyczące zwiększenia rozwoju małej retencji wodnej oraz upowszechniania i wdrażania proekologicznych metod retencjonowania wody, za priorytetowe uznaje przedsięwzięcia mające pozytywny wpływ na środowisko przyrodnicze, jakość i ilość zasobów wodnych, przynoszących poprawę warunków rolniczych. Oznacza to stosowanie wszystkich dostępnych, technicznych i nietechnicznych form małej retencji, ze szczególnym uwzględnieniem

retencji krajobrazowej i glebowej w połączeniu z zabiegami poprawiającymi czystość wód i stan ekosystemów wodnych. Stosowany w gminie Kamieniec sposób gospodarowania ściekami w mniejszych miejscowościach jest przedsięwzięciem spełniającym te wszystkie zadania. Ma ono pozytywny wpływ na ilość zasobów wodnych poprzez stworzenie na terenie gminy 0,35 ha obszarów o podwyższonej zdolności retencjonowania i przez zamknięcie obiegu wody, jak i na jakość zasobów wodnych, gdyż poza zanieczyszczeniami organicznymi i zawiesiną ze ścieków w znacznym stopniu usuwany jest również azot i fosfor. Ponadto budowa oczyszczalni roślinnych wpłynęła korzystnie na środowisko przyrodnicze poprzez stworzenie obszarów zasiedlanych przez gatunki typowe dla terenów podmokłych zwiększając tym samym bioróżnorodność. Gmina Kamieniec realizując w małych miejscowościach gospodarkę ściekową poprzez budowę naturalnych przydomowych zamiast kanalizowania znacznych obszarów, poczyniła duże oszczędności, a na dodatek tworząc 0,35 ha powierzchni o zwiększonych zdolnościach do retencjonowania wody, co w przypadku gminy o tak małej ilości opadów i znikomej powierzchni zdolnej do retencjonowania wody ma ogromne znaczenie.

## LITERATURA

- Atlas Klimatyczny Polski, 1975: Inst. Meteorologii i Gosp. Wodnej, Wyd. Geolog., Warszawa.
- Departament Zasobów Wodnych, 2003, MŚ, [www.mos.gov.pl](http://www.mos.gov.pl).
- Główny Urząd Statystyczny, 2003, [www.gus.pl](http://www.gus.pl)
- HALICKI W., 2002: Gospodarka wodno-ściekowa w zlewni rzeki Obry. Stan obecny i zalecane kierunki rozwoju. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne.
- Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa, 1991: Rozporządzenie w sprawie klasyfikacji wód oraz warunków jakim powinny odpowiadać ścieki odprowadzane do wód lub do ziemi, DzU nr 116, poz. 503.
- Prawo wodne, ustawa z dnia 18 lipca 2001 roku, DzU nr 115, poz. 1229, 2001.



**Jerzy Jańczak, Barbara Brodzińska, Andrzej Kowalik, Ryszard Sziwa**

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Oddział w Poznaniu

## DYREKTYWA UE A ZRÓWNOWAŻONA GOSPODARKA ZASOBAMI WODNYMI JEZIOR DORZECZA ODRY

## EU DIRECTIVE VERSUS SUSTAINABLE MANAGEMENT OF WATER RESOURCES IN THE LAKES OF ODRA-RIVER BASIN

**Słowa kluczowe:** gospodarka wodna jezior.

**Streszczenie:** Na obszarze dorzecza Odry znajdują się 362 naturalne jeziora większe od 50 ha. Są one nie tylko ważnymi obiektami hydrologicznymi, ale stanowią istotne ogniwo w obiegu wody. Zajmują obszar około 636 km<sup>2</sup>, a ich pojemność przekracza 4,7 km<sup>3</sup>. Dla porównania, całkowity, średni z wielolecia odpływ z pojezierzy dorzecza Odry wynosi około 5,7 km<sup>3</sup>. Chcąc planować zrównoważoną gospodarkę wodną na jeziorach, bez wątpienia musimy posiadać o nich jakieś określone minimum wiedzy. Dyrektywa UE zaleca, aby każde państwo członkowskie określiło stan ekologiczny jezior większych od 50 ha i podaje odpowiednie kryteria. W artykule zajmujemy się kryteriami hydrologicznymi, morfometrycznymi i fizyko-chemicznymi. Aktualnie stan naszej wiedzy o elementach, których znajomość zaleca Dyrektywa, jest niewielki. Najgorzej sprawa wygląda z elementami hydrologicznymi, bowiem w Polsce prawie nie prowadzi się badań bilansowych jezior. Dane bilansowe mamy tylko dla pojedynczych jezior. Nie znamy ani czasu wymiany wody, ani ilości i dynamiki przepływu, nie mówiąc o powiązaniu ze zbiornikami wód podziemnych. Wiadomości o tych zagadnieniach mamy tylko szacunkowe. W razie potrzeby, odpływ z jezior na ogół szacuje się z izolinii średniego spływu jednostkowego. Chcąc sprostać wymogom Dyrektywy musimy zintensyfikować badania bilansowe jezior. Elementy morfometryczne najlepiej przedstawić na odpowiednim planie batymetrycznym. Wszystkie jeziora mają opracowane takie plany, ale większość z nich skonstruowano jeszcze w latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych ubiegłego wieku na podstawie sondowań z lodu na ogół w siatce kwadratów co 50 m. Dla tych jezior powinny być opracowane nowe plany.

Elementy fizyko-chemiczne dla większości jezior są znane, ale dla znacznej części pochodzą z odległych lat. Konieczne są nowe badania. Postuluje się, aby w części połączyć je z badaniami monitoringowymi, które też w Polsce muszą zostać zmodyfikowane.

**Key words:** water management of lakes.

**Summary:** The Odra basin includes 362 natural lakes bigger than 50 ha. They are not only important hydrological objects, but also essential components of the water cycle. Their surface area is about 636 km<sup>2</sup>, and the capacity exceeds



4.7 km<sup>3</sup>. For comparison, the total multiyear mean runoff from the Odra basin lakeland is about 5.7 km<sup>3</sup>. We must undoubtedly gain some minimum knowledge about the lakes where sustainable management would be planned. The EU Directive recommends that every member country should determine its ecological status of lakes bigger than 50 ha, and gives adequate criteria. This article deals with hydrological, morphometric and physicochemical criteria. At the present moment, the state of our knowledge about elements recommended by the EU Directive is slight. Especially hydrological elements are neglected because lake balance surveys in Poland almost are not carried out. Balance data are available only for individual lakes. We do not know either the water exchange time, the flow amount or dynamics, let alone the connection of underground waters with reservoirs. Information on these subjects is only approximate. If necessary, runoff from the lake is usually estimated from mean runoff modulus isoline. We shall intensify lake balance surveys if we want to meet the Directive requirements. Morphometric elements can be best presented on an appropriate bathometric plan. Every lake has such a plan, but most of these plans were made as early as in the fifties and sixties of the last century, on the basis of sounding from the ice, mostly in 50 m square graticule. New plans should be made for these lakes. Physicochemical elements are known for the majority of lakes, but for a considerable part of the lakes, they come from distant years. New surveys are needed. We suggest that the surveys should be combined with the monitoring which must be modified in Poland likewise.

## WSTĘP

Można w uproszczeniu powiedzieć, że zrównoważona gospodarka określonymi zasobami wodnymi polega na optymalnym nimi zarządzaniu, przy zwróceniu należytej uwagi na ochronę i powiązania z innymi elementami środowiska. Bez wątpienia zarządzanie to będzie tym lepsze i tym bardziej harmonijnie wkomponowane w inne elementy, im lepsza będzie nasza znajomość zasobów wodnych. Dyrektywa UE [Dyrektywa 2000/60/EC] określa warunki pod jakimi powinno się opracować wszystkie jeziora większe od 50 ha i tymi jeziorami zajmujemy się w artykule. Na tle ogólnych zasobów wodnych jezior dorzecza Odry jest to pokrótce przedstawione, porównane z naszą dotychczasową wiedzą, określone zostały też związane z tym cele poznawcze.

## ZASOBY WODNE JEZIOR WIĘKSZYCH OD 50 HA

Jezior większych od 50 ha w dorzeczu Odry jest 362 (tab. 1). Posiadają one powierzchnię około 636 km<sup>2</sup>, a ich pojemność przekracza 4,7 km<sup>3</sup>. Zajmują około 75% powierzchni i obejmują około 85% pojemności wszystkich jezior, a więc stanowią główną część całkowitych zasobów wodnych jezior [Jańczak (red), 1996]. Jak wynika z tab. 1, większość z nich znajduje się na obszarze zarządzanym przez RZGW w Poznaniu. Strukturę morfometryczną tych jezior w zakresie powierzchni i pojemności przedstawiono w tab. 2 i 3. Jest oczywiste, że przeważają jeziora najmniejsze. Połowa jezior znajduje się w klasie poniżej 100 ha, zajmują one jednak tylko 20% całkowitej



powierzchni wszystkich rozpatrywanych jezior. Jezior największych, przekraczających 500 ha jest tylko 17, czyli około 9% liczebności, ich łączna powierzchnia stanowi zaś ponad 30%. Nieco inaczej przedstawia się sprawa, jeżeli chodzi o zasoby wodne zgromadzone w jeziorach. Jezior najmniejszych wcale nie jest najwięcej. Pod względem liczebności przeważają jeziora, których objętość mieści się w przedziale między 2 a 5 mln m<sup>3</sup>. Jezior takich jest 105, czyli prawie 30%. Zaś ich zasoby wodne to tylko 7%. Jezior najzasobniejszych, o pojemności przekraczającej 50 mln m<sup>3</sup> jest tylko 12, co stanowi nieco ponad 3% liczebności. Zawierają one jednak ponad 40% zasobów wodnych wszystkich jezior większych od 50 ha (pojemność jezior mniejszych od 50 ha w dorzeczu Odry, które nie są tu analizowane, wynosi około 700 mln m<sup>3</sup>, czyli około 13% zasobów całkowitych jezior).

**Tab. 1. Liczba, powierzchnia i pojemność jezior w dorzeczu Odry**

Obszar	Ilość jezior	Powierzchnia (ha)	Pojemność (mln m <sup>3</sup> )
RZGW Wrocław	26	4172	206
RZGW Poznań	284	47775	3346
RZGW Szczecin	52	11635	1185
Razem dorzecze Odry	362	63582	4737

**Tab. 2. Liczba i powierzchnia jezior w klasach**

Wyszczególnienie	Klasy powierzchni				
	50-100 ha	100-250 ha	250-500 ha	>500 ha	Razem
Liczba	183	124	38	17	362
Powierzchnia	12763	18957	12204	19658	63582

**Tab. 2. Liczba i pojemność jezior w klasach**

Wyszczególnienie	Klasy pojemności					
	<2 mln m <sup>3</sup>	2-5 mln m <sup>3</sup>	5-10 mln m <sup>3</sup>	10-50 mln m <sup>3</sup>	>50 mln m <sup>3</sup>	Razem
Liczba	68	105	86	89	12	360
Pojemność	88	349	600	1759	1941	4737

Każde jezioro jest z pewnością ważnym obiektem hydrologicznym. Jednocześnie jeziora są istotnymi elementami obiegu wody. Potwierdza to porównanie ilości wody zmagazynowanej w jeziorach z całkowitym średnim z wieloletnia odpływem z obszarów pojezierzy. Odpływ z pojezierzy dorzecza Odry, po odjęciu odpływów rzek płynących z południa (Bobru, Nysy Łużyckiej, Lutyni, Powy, Czarnej Strugi, Prosnę, Odry w Cigacicach i Warty w Kole), wynosi około 5,7 km<sup>3</sup> (IMGW, mat. arch). Czyli

pojemność jezior większych od 50 ha stanowi około 82% całkowitego odpływu z obszarów pojeziernych. Porównanie to jest orientacyjne, bowiem woda zgromadzona w jeziorach to nie to samo, co woda będąca w obiegu w cyklu rocznym. Niemniej widać z tego, że jeziora muszą mieć istotny wpływ na obieg wody. Jaki dokładnie jest ten wpływ, niestety nie wiemy, bowiem w Polsce nie prowadzi się na wystarczającą skalę pomiarów bilansowych jezior. Z szacunkowych obliczeń przeprowadzonych na obszarach testowych wynika, że przez jeziora przepływa około 3-krotnie więcej wody niż wynosi odpływ ze zlewni pojeziernych [Jańczak, 2002]. Wpływ jezior na obieg wody i odpływ, jest więc prawdopodobnie znacznie większy niż się na ogół przypuszcza. Jeślibyśmy mieli się zastosować do zaleceń zawartych w Dyrektywie UE, to w stosunkowo niedługim czasie powinniśmy znacznie uzupełnić naszą wiedzę na ten temat.

## **ELEMENTY POTRZEBNE DO OCENY JEZIOR WEDŁUG ZALECEŃ ZAWARTYCH W DYREKTYWIE UE**

Według Dyrektywy, dla wszystkich jezior i zbiorników wodnych, większych od 50 ha, powinien być określony stan ekologiczny, na który składają się elementy biologiczne, hydrologiczne, morfometryczne i fizyko-chemiczne. Tutaj nie zajmujemy się elementami biologicznymi. Pozostałe są następujące:

- Reżim hydrologiczny – ilość i dynamika przepływu wody, czas wymiany wody, związek ze zbiornikami wód podziemnych.
- Elementy morfometryczne – zmienność głębokości jeziora, wielkość, struktura i skład dna, struktura brzegów jeziora.
- Elementy fizyko-chemiczne – przezroczystość, warunki termiczne, warunki tlenowe, zasolenie, zakwaszenie, stan substancji biogennych, specyficzne zanieczyszczenia, jeżeli występują w danym zbiorniku.

Gdybyśmy mieli teraz, na podstawie istniejących danych, określić stan jezior według wymienionych wyżej elementów, napotkalibyśmy zasadnicze trudności. Posiadamy dane tylko dla niektórych z nich. Poza tym, część danych jest prawdopodobnie w znacznym stopniu już zdezaktualizowana.

Najmniej danych posiadamy do określenia reżimu hydrologicznego. Nie tylko na obszarze dorzecza Odry, ale i w całej Polsce prace bilansowe prowadzone były na niewielu jeziorach. W dodatku były to przeważnie bilanse niepełne i prowadzone przez krótkie i różne okresy badawcze. Tak to w każdym razie wygląda, jeśli chodzi o dane publikowane. Prawdopodobnie w różnych instytucjach istnieją jeszcze dane niepublikowane, dotyczące choćby niektórych elementów bilansowych. Zawarte być mogą w różnego typu opracowaniach wykonywanych dla różnych celów. Jednak trudno do nich dotrzeć, poza tym prawdopodobnie w znacznym stopniu mogą być one już nieaktualne, a ich wartość merytoryczna budzić może wątpliwości.

W różnego rodzaju publikacjach i opracowaniach niepublikowanych, w sumie też nielicznych, gdzie podawane są informacje na temat wymiany wody w jeziorach, dla jej oszacowania stosuje się obliczenia oparte na mapie średnich spływów jednostkowych. Jednakże w pełni wiarygodne mogą być one tylko dla niektórych jezior, zwłaszcza o



dużych zlewniach. Nie sądzimy, aby autorom Dyrektywy chodziło o tego typu szacunkowe obliczenia. Nie można inaczej dokładniej określić czasu i dynamiki wymiany wody w jeziorach, jak tylko na podstawie obliczeń bilansowych.

Zdecydowanie najgorzej przedstawiają się nasze informacje o związku jezior ze zbiornikami wód podziemnych. Nawet w wykonywanych bilansach tego elementu niemal nigdy nie oblicza się na podstawie specjalnych pomiarów lecz tylko z tzw. różnicy bilansowej.

Elementy morfometryczne najlepiej mogą być przedstawione na odpowiednim planie batymetrycznym. Wszystkie jeziora mają opracowane takie plany. Jednakże dla większości jezior zostały one wykonane na podstawie sondowań z lodu, na ogół w siatce kwadratów co 50 m, przeważnie w latach pięćdziesiątych i na początku sześćdziesiątych ubiegłego wieku. Tylko dla części jezior sondowania były wykonane później i za pomocą echosondy. Wszystkie plany znaleźć można w Atlasie jezior Polski [Jańczak, 1996], gdzie jednak są przedstawione w uproszczeniu. Z pewnością plany starsze, a tych jest zdecydowana większość, są już w różnym stopniu nieaktualne. Poza tym na ich podstawie niewiele można powiedzieć o strukturze dna oraz brzegów.

Elementy fizyko-chemiczne niemal dla wszystkich jezior są znane. Choć dla niektórych mogą wystąpić pewne braki. Znowu jednak mierzone były w różnych okresach. Wydaje się, że powinny być one wszystkie uaktualnione, tym bardziej że część z nich z natury rzeczy jest zmienna.

## **BADANIA POTRZEBNE DO OCENY JEZIOR I PLANOWANIA ZRÓWNOWAŻONEJ GOSPODARKI NA POJEZIERZACH**

Jeziora są z pewnością jednym z najważniejszych komponentów środowiska przyrodniczego na pojezierzach. Są dominującym elementem rzeźby i krajobrazu, co zresztą znalazło swoje uzasadnienie choćby w nazewnictwie geograficznym. Trzeba pamiętać, że pojezierza zajmują niemal połowę dorzecza Odry, a w całości jego północną część. Jeziora są cennymi obiektami hydrologicznymi same w sobie oraz pełnią istotną rolę w obiegu wody dla znacznej części dorzecza Odry. Jest oczywiste, że im lepsza będzie nasza znajomość jezior, tym wszelkie planowanie gospodarki wodnej będzie oparte na solidniejszych podstawach. Trudno prowadzić zrównoważoną gospodarkę wodną na pojezierzach bez dostatecznej wiedzy o jeziorach. Wydaje się, że zdopingowani Dyrektywą UE, możemy nadrobić wieloletnie opóźnienia w tym zakresie.

Przede wszystkim należałoby zintensyfikować badania bilansowe jezior. Inną sprawą jest ustalenie, jak i kto to ma robić i za jakie pieniądze. Nie będzie to sprawa prosta, bowiem najprawdopodobniej pieniędzy nie będzie w wystarczającej ilości. Bez tego jednak nie ma co marzyć o wiarygodnych danych hydrologicznych dla jezior.

Należałoby także przeprowadzić nowe sondowania i na ich podstawie skonstruować aktualne plany batymetryczne jezior. Niezbyt to po europejsku wygląda, jeżeli w Polsce ciągle posługujemy się mało dokładnymi planami sprzed pół wieku. Także należy zastanowić się, jak to zorganizować i jaki czas na to przeznaczyć.

Elementy fizyko-chemiczne wody jeziornej potrzebne są zarówno do jednorazowej wstępnej oceny ekologicznej, jak i do ich aktualizacji, którą trzeba przeprowadzać co kilka lat. Można to łączyć jednakże z badaniami monitoringowymi. Dyrektywa UE nakazuje zorganizowanie trzech rodzajów monitoringu jezior – kontrolnego, operacyjnego i badawczego. Takie monitoringi trzeba zaplanować w każdym dorzeczu czy obszarze gospodarowania wodą. Być może jednak racjonalniej będzie zorganizować go na szczeblu centralnym, tak jak to jest obecnie, oczywiście w porozumieniu z zarządami regionalnymi. W Dyrektywie podane są wskaźniki i częstotliwość pomiarów co do niektórych można mieć poważne zastrzeżenia. Są to jednak propozycje, ostateczna metodyka ustalona ma być później, po konsultacjach, a najlepiej byłoby po kontrolnych badaniach. W tym artykule nie ma już miejsca na omawianie tego problemu. Wstępne propozycje odnośnie metodyki i organizacji monitoringu przedstawiono w [Jańczak, 2004].

## LITERATURA

- JANČZAK J., 1996: Atlas jezior Polski, T. 1., Jeziora Pojezierza Wielkopolskiego i Pomorskiego w granicach dorzecza Odry. Bogucki Wyd. Nauk. Poznań.
- Dyrektywa 2000/60/EC Parlamentu Europejskiego i Rady Wspólnoty Europejskiej z 23 października 2000 r., ustalająca ramy działań Wspólnoty w zakresie polityki wodnej.
- JANČZAK J., 2002: Optymalizacja metod i sieci obserwacyjnej na jeziorach oraz ich rola w transformacji odpływu i głównych biogenów. Wiad. IMGW, 2.
- JANČZAK J., 2004: (w druku) Ocena zasobów wodnych jezior według zaleceń zawartych w Dyrektywie UE i dotychczasowych polskich doświadczeń. Mat. XIII Szkoły Gosp. Wod. Jachranka 22-24.09.2003 r. Wyd. IMGW.
- Materiały archiwalne IMGW.



*Leszek Jerzak, Józef Radkiewicz, Marcin Bocheński*

Instytut Biotechnologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski

## **WIELOLETNIA DYNAMIKA LICZEBNOŚCI ORAZ SUKCES LĘGOWY BOCIANA BIAŁEGO *CICONIA CICONIA* W KOLONII WE WSI KŁOPOT NAD ODRĄ**

### **LONG-TERM DYNAMIC OF WHITE STORK POPULATION AND BREEDING SUCCESS IN COLONY IN THE VILLAGE KŁOPOT NEAR ODER, WEST POLAND**

**Słowa kluczowe:** bocian biały, kolonia w Kłopotcie, badania wieloletnie, liczba par, sukces lęgowy.

**Streszczenie:** W pracy przedstawiono historię kolonii bociana białego we wsi Kłopot od 1968 do 2003 roku. Liczba par zajmujących gniazda zmieniała się w zakresie od 19 do 33 (średnia = 25,7 pary). Największa liczba par wystąpiła na początku lat 80. XX wieku. Pełne dane dotyczące sukcesu lęgowego przedstawiono w dodatku 1. Znaczny spadek stwierdzono po 1990 roku. Najprawdopodobniej jest to spowodowane zaprzestaniem koszenia wielu łąk i wypasu bydła w dolinie Odry.

**Key words:** white stork, colony in Kłopot, long-term studies, pairs number, breeding success

**Summary:** We present the long-term history of the white stork colony in the village of Kłopot, west Poland, from 1968 to 2003. The number of breeding pairs fluctuated between 19 and 33 (average = 25,7). The highest number of pairs was observed in 1980. Complete data about the breeding success are presented in appendix 1. We observed a rapid decline in the number of breeding pairs through the 1990s. The probable reason for the decline was the break down in the national farms system and which resulted in a cessation in grass cutting and the removal of cows from pastures.

## **WSTĘP**

Pod pojęciem kolonii zazwyczaj rozumie się grupę ptaków odbywających wspólnie lęgi, wykazujących pewne cechy socjalne, jak np. wspólne żerowanie, wspólna obrona przed drapieżnikiem. W przypadku bocianów jest to gniazdowanie „indywidualistów”. Dlatego zjawisko wspólnego gniazdowania bocianów powinno się nazywać gniazdowaniem zespołowym [Jakubiec, Szymoński, 2000]. Jednak w literaturze przyjęło używać się pojęcie „kolonia” i jest ono powszechne w użyciu.



Kolonia bociana białego we wsi Kłopot należy do jednych z największych w Europie. Wobec spadku liczebności tego gatunku w Europie zachodniej podjęto wiele badań [np. Schulz, 1998] nad jego biologią i ekologią, mających wskazać czynniki regulujące liczebność. Zakładając, że warunki życia bociana białego w Kłopotcie są bardzo korzystne, podjęto się szeregu badań mających wyjaśnić m.in. przyczynę jego sukcesu.

Badania nad liczebnością populacji lęgowej oraz nad sukcesem lęgowym prowadzono w Kłopotcie od 1968 roku [Radkiewicz 1981, 1983]. Pozwoliło to autorom na prześledzenie historii koloni w okresie 36 lat. Dane dotyczące populacji ptasich z tak długiego okresu są bardzo rzadko spotykane w literaturze i wyjątkowo cenne.

## METODYKA

Inwentaryzację gniazd bociana białego prowadzono od 1968 do 2003 roku. Kontrole prowadzono na początku lipca. W czasie kontroli zbierano dane o parach lęgowych metodą wywiadu od mieszkańców posesji. Odnotowywano: zajęcia gniazda przez parę, porzucenie gniazda, karmienie młodych, wyrzucanie jaj lub piskląt z gniazda, ostateczną liczbę młodych na gnieździe (sukces lęgowy). Znaczna część materiału została zebrana przez J. Radkiewicza.

## OPIS TERENU BADAŃ

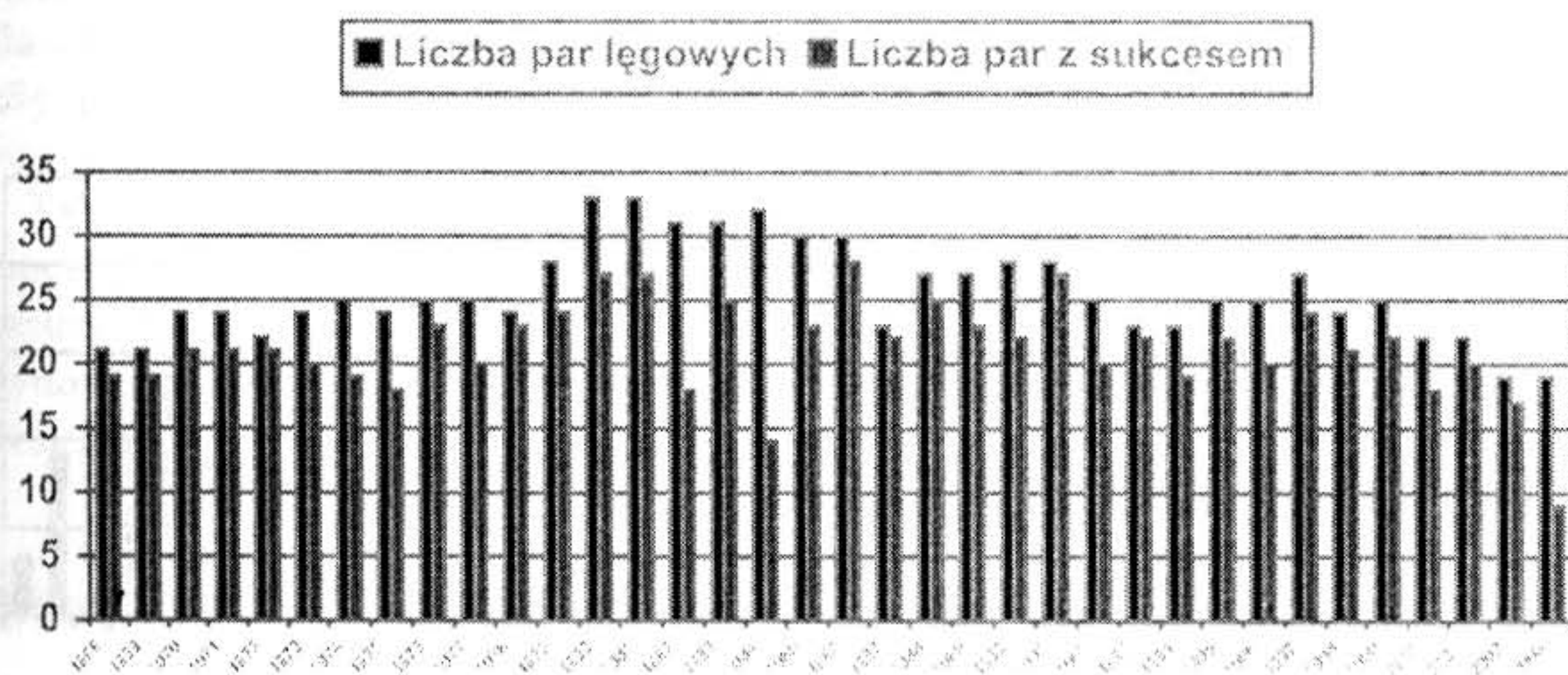
Badania prowadzono na terenie wsi Kłopot, gm. Cybinka, woj. lubuskie. Wieś położona jest w dolinie Odry ( $52^{\circ} 07' N$ ;  $14^{\circ} 43' E$ ). Znajduje się tu ok. 50 gospodarstw. Otaczają ją tereny ekstensywnie wykorzystywane rolniczo: pola, łąki i pastwiska. Część ziemi przestała być wykorzystywana rolniczo od 1990 roku. Bliskie położenie rzeki zapewnia bogatą bazę pokarmową. Jednym z ważnych żerowisk bocianów był suchy zbiornik zalewowy – Polder Krzesińsko-Bytomiecki.

## WYNIKI

Z zebranych danych wynika, że kolonia rozwijała się od początku badań, osiągając swoją maksymalną liczebność na początku lat osiemdziesiątych XX wieku (rys 1). Liczba par zajmujących gniazda była zmienna (od 19 do 33 par; średnia = 25,7) i podlegała cyklom o długości około siedmiu lat. Wyraźny spadek liczebności stwierdzono od połowy lat dziewięćdziesiątych XX wieku. Co roku część par nie wyprowadzała młodych (od 1 do 13 par; średnia = 3,9), co stanowiło od 3,6% do 49% populacji.

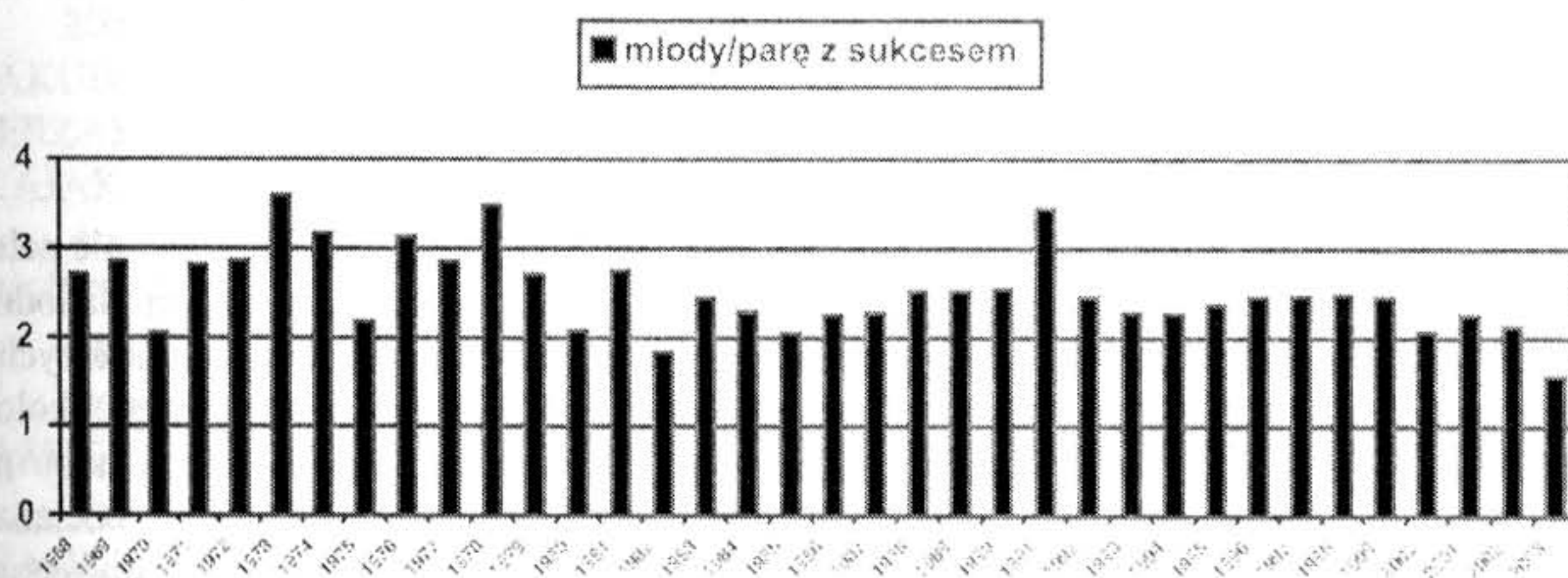
Podjęto próbę zebrania informacji dotyczących liczby gniazd w Kłopotcie we wcześniejszym okresie, ale mieszkańcy nie pamiętają jak liczna była kolonia tuż po 1945 r. Brak także danych z pierwszej połowy XX wieku.





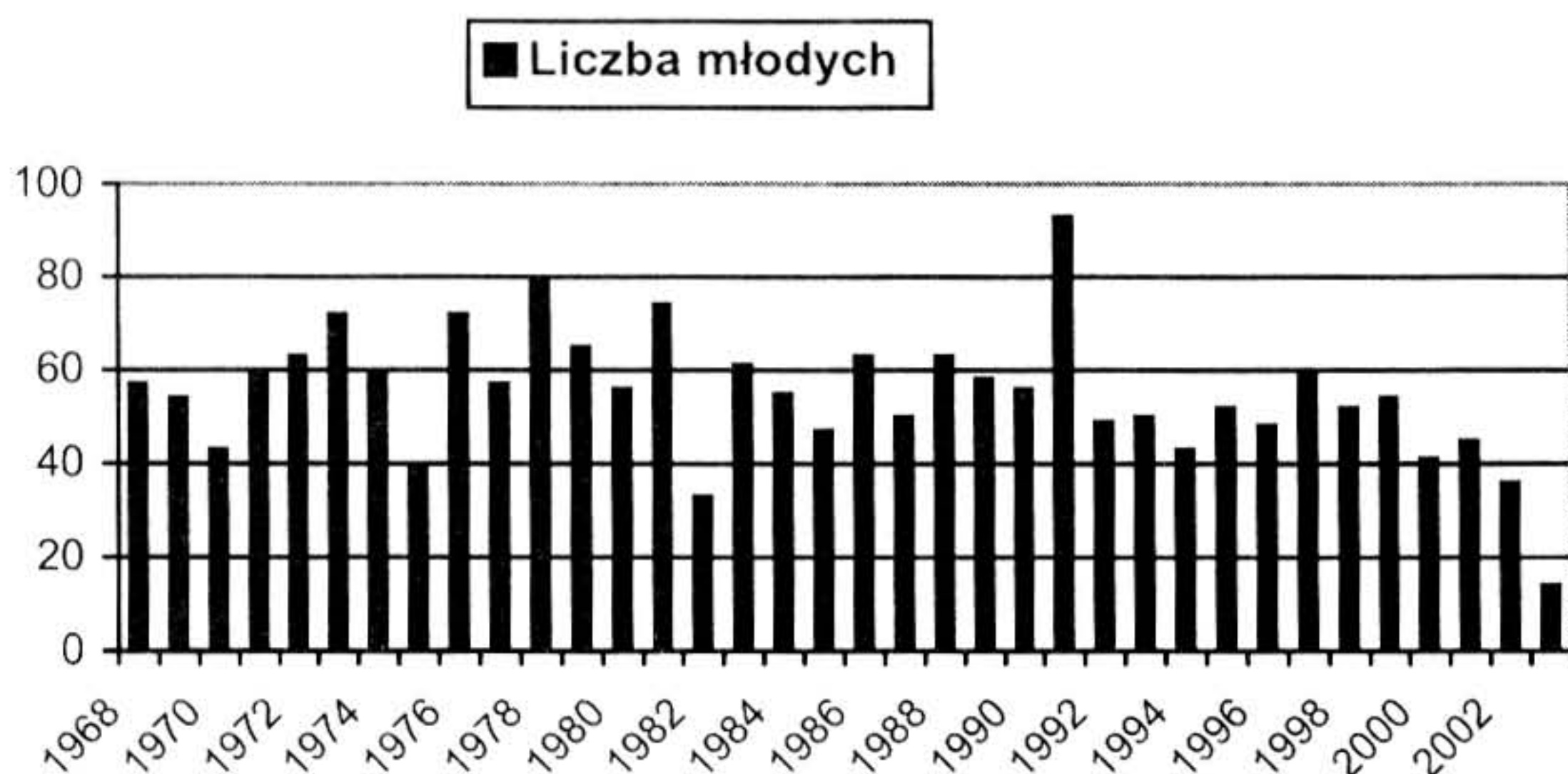
**Rys. 1. Dynamika liczebności par bociana białego *Ciconia ciconia* przystępujących do lęgów oraz par z sukcesem lęgowym w Kłopotcie w latach 1968-2003**

Zarówno średnia liczba młodych na parę (ryc. 2), jak i liczba wszystkich wyprodukowanych młodych (ryc. 3) miała tendencję spadkową w okresie badań ( $r = -0,405$ ,  $p = 0,016$ ;  $r = -0,343$ ,  $p = 0,043$ ) [za: Tryjanowski *et al.* in print].



**Rys. 2. Średni sukces lęgowy bociana białego *Ciconia ciconia* w Kłopotcie w latach 1968-2003 (średnia liczba wyprodukowanych młodych/parę z sukcesem lęgowym)**





**Rys. 3. Łączna liczba młodych produkowana przez populację bociana białego w kolonii w Kłopotcie w latach 1968-2003**

Pełne dane dotyczące sukcesu lęgowego bociana białego w kolonii w Kłopotcie przedstawiono w Dodatku 1.

## DYSKUSJA

W zachodniej Polsce gniazdowanie bociana białego w dużych koloniach nie należy do częstych. Radkiewicz [1981] wymienia kilka położonych na środkowym Nadodrzu. Według Jakubca i Guziaka [1998] kolonia w Kłopotcie była jedną z największych w Polsce, a Schulz [1998] zalicza ją także do największych w Europie. Najwięcej kolonii bociana znajduje się we wschodniej Polsce. Do największych należą tam np.: Żywkowo, Lwowiec, Parys, Brzeźnica. Znane są także bardzo duże kolonie bociana w Hiszpanii, gdzie gniazdowanie zespołowe jest wynikiem braku innych dostępnych miejsc lęgowych. Do najbardziej znanych należy kolonia na katedrze w Alfaro.

Liczba par lęgowych zmieniała się w okresie badań, wykazując tendencję spadkową. Największy spadek liczebności stwierdzono po 1990 roku. Próbowano wyjaśnić przyczyny kolonijnego gniazdowania bociana w Kłopotcie. Dotychczas przeprowadzono jedyną szczegółową analizę czynników mogących wpływać na liczebność kolonii [Tryjanowski *et al. in print*]. Przeanalizowano wpływ poziomu wód w rzece Odrze oraz intensywności rolnictwa na liczebność kolonii oraz jej sukces lęgowy. Nie stwierdzono dodatniej korelacji pomiędzy poziomem wód w Odrze a liczbą par lęgowych w kolonii. Co więcej, stwierdzono ujemną korelację zachodzącą pomiędzy poziomem wód w kwietniu a liczbą wyprodukowanych młodych przez całą kolonię, jak i średnią liczbę młodych wyprodukowanych przez parę. Najprawdopodobniej wysoki poziom wód w rzece wpływa negatywnie na liczebność dżdżownic [Kajak, 1985] i małych ssaków [Raczyński *et al.*, 1988], które są podstawą diety bocianów w Polsce. Tryjanowski i inni (*in print*) stwierdzili także, że spadek



liczebności bociana białego w kolonii w Kłopotcie wiąże się z zaprzestaniem wypasu bydła i koszenia łąk po 1990 roku. Aby utrzymać wysoką liczebność bociana białego, należy przywracać ekstensywne rolnictwo na terenach nieużytków w dolinie Odry, polegające na wypasie bydła oraz koszeniu łąk.

Tak duża liczba gniazd we wsi stała się atrakcją turystyczną o znaczeniu europejskim. Liga Ochrony Przyrody wyremontowała starą szkołę, tworząc w niej Muzeum Bociana Białego wraz ze schroniskiem. Jest to jeden z dobrych przykładów zrównoważonego rozwoju polegającego na promowaniu turystyki przyrodniczej [Jerzak, 2003].

## PODZIĘKOWANIA

Pragniemy podziękować Tomkowi Krzyśków i Grzegorzowi Sawko za pomoc w czasie badań terenowych.

## LITERATURA

- JAKUBIEC Z., GUZIAK R., 1998: Bocian biały w Polsce w 1995 roku – rozmieszczenie, liczebność, problemy ochrony. *Notatki Ornitologiczne* 39, 4, 195-209.
- JAKUBIEC, SZYMOŃSKI, 2000: Bociany i boćki. PTPP Pro Natura, Wrocław.
- JERZAK L. 2003: Neues Storchenmuseum in Kłopot. *Oder-Rundbrief* nr 3, 7, 10-11.
- KAJAK A., 1985: Immediate and remote ecological consequences of the peatland drainage. *Polish Ecological Studies* 11, 123-150.
- RACZYŃSKI J., FEDYK S., GĘCZYŃSKA, PUCEK M., 1984: Distribution of *Micromammalia* against natural differentiation of the Biebrza valley habitats. *Polish Ecological Studies* 1, 425-445.
- RADKIEWICZ J., 1981: Brutkolonien des Weissstorchs der an mittleren Oder. *Der Falke* 11, 383-385.
- RADKIEWICZ J., 1983: Wieś Kłopot jako największa kolonia lęgowa bociana białego w Polsce. XIII Zjazd PTZool., Katowice wrzesień 1983, Streszczenia referatów, 122.
- RADKIEWICZ J., 1984: Bocian biały na środkowym Nadodrzu w latach 1973-1979. Wydawnictwo WSP, Zielona Góra.
- RADKIEWICZ J., 1992: Die Phaenologie und Ausgewählte Fragen der Niedobiologie des Weissstorchs *Ciconia ciconia* (L.) in Kłopot und der Umgebung (Wojewodschaft Zielona Góra). *Przyr. Środk. Nadodrza* 2, 39-98.
- SCHULZ H., 1998: *Ciconia ciconia* White Stork. *Birds of Western Palearctic. Update* 2, 69-105.
- TRYJANOWSKI P., JERZAK L., RADKIEWICZ J. (in print) Long-term changes in population size and productivity of White Stork: effect of the water level and livestock management in a regulated river valley. *Waterbirds*.

**Dodatek 1. Dynamika liczebności i sukces lęgowy bociana białego *Ciconia ciconia* w Kłopotcie w latach 1968-2003**

Rok	Liczba par przystępujących do lęgów Hpa	Liczba par z sukcesem lęgowym HPm	Łączna liczba wyprodukowanych młodych JZG	Średnia liczba młodych/parę z sukcesem JZm
1968	21	19	57	2,71
1969	21	20	54	2,84
<b>1970</b>	24	21	43	2,05
1971	24	21	59	2,81
1972	22	22	63	2,86
1973	24	20	72	3,60
1974	25	19	60	3,16
1975	24	18	39	2,17
1976	25	23	72	3,13
1977	25	20	57	2,85
1978	24	23	80	3,48
1979	28	24	65	2,71
<b>1980</b>	33	27	56	2,07
1981	33	27	74	2,74
1982	31	18	33	1,83
1983	31	25	61	2,44
1984	32	24	55	2,29
1985	30	23	47	2,04
1986	30	28	63	2,25
1987	23	22	50	2,27
1988	27	25	63	2,52
1989	27	23	58	2,52
<b>1990</b>	28	22	56	2,54
1991	28	27	93	3,44
1992	25	20	49	2,45
1993	23	22	50	2,27
1994	23	19	43	2,26
1995	25	22	52	2,36
1996	25	20	48	2,45
1997	27	24	59	2,46
1998	24	21	52	2,48
1999	25	22	54	2,45
<b>2000</b>	22	18	41	2,06
2001	20	20	45	2,25
2002	19	17	36	2,12
2003	19	9	14	1,56



*Sławomir Klatka, Krzysztof Boroń, Krzysztof Lipka, Magdalena Malec*

Katedra Rekultywacji Gleb i Ochrony Torfowisk, Akademia Rolnicza w Krakowie

## WPLYW GÓRNICTW WĘGLA KAMIENNEGO NA ZMIANY TREŚCI MAP GLEBOWO-ROLNICZYCH OBSZARÓW EKSPLOATACYJNYCH

### INFLUENCE OF COAL MINING ON TYPOLOGICAL SOIL MAPS CHANGES ON EXPLOITATION AREAS

**Słowa kluczowe:** mapy glebowo-rolnicze, górnictwo węgla kamiennego, degradacja gleb.

**Streszczenie:** Klasyfikacja bonitacyjna gleb oraz wykreślone w latach ubiegłych na jej podstawie mapy glebowo-rolnicze na terenach eksploatacyjnych górnictwa węgla kamiennego niejednokrotnie nie odzwierciedlają stanu aktualnego. Z punktu widzenia wyznaczania wymiaru podatku gruntowego, wyceny wartości czy też waloryzacji gleb aktualizacja tych map jest zagadnieniem bardzo ważnym. W pracy podjęto próbę oceny wpływu antropopresji górniczej na modyfikację treści map glebowo-rolniczych oraz dynamikę zmian w strukturze użytkowania gruntów. Uzyskane wyniki pozwalają na stwierdzenie, że wpływ działalności górniczej na środowisko przyrodnicze prowadzi do zmian klas bonitacyjnych gleb.

**Key words:** typological soil maps, pit coal mining, soil degradation.

**Summary:** Soil quality classes and typological soil maps drafted for hard coal exploitation areas usually do not reflect the actual state. From the point of view of tax purposes, value estimation and soil validation the actualization of these maps is very important. The attempt to estimate the influence of mining anthropopressure on typological soil maps content modification and dynamics of ground use structure was the aim of the work. The obtained results allow to state that coal mining activity influences negatively and in consequence leads to soil quality classes deformation.

## WSTĘP

Jedną z podstawowych form degradacji terenu spowodowaną podziemną eksploatacją węgla kamiennego są osiadania powierzchni. Prowadzą one do zmiany odległości pomiędzy powierzchnią terenu a zwierciadłem wody gruntowej i w efekcie do zmian typów gospodarki wodnej gleb. Konsekwencją zaburzenia układu stosunków wodnych w glebach jest modyfikacja budowy gleb, cech morfologicznych i właściwości, a tym samym pierwotnej bonitacji i wartości użytkowej [Boroń i Klatka,

1999; Strzyszczyński, 1995]. Ocena agro-ekologiczna gleb na terenach działalności eksploatacyjnej górnictwa węgla kamiennego musi uwzględniać właściwości nabyte w wyniku procesów glebotwórczych oraz zmodyfikowane w wyniku działalności antropopresyjnej człowieka. Przeprowadzona w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych powszechna klasyfikacja bonitacyjna gleb [Strzemski i in., 1973] oraz wykreślone na jej podstawie mapy glebowo-rolnicze w wyniku znacznej degradacji środowiska na terenach pogórnicznych niejednokrotnie nie odzwierciedlają stanu aktualnego. Celem pracy była próba aktualizacji treści mapy glebowo-rolniczej z roku 1971 poprzez weryfikację klasyfikacji bonitacyjnej gleb z uwzględnieniem ich aktualnej morfologii i stopnia degradacji na terenie wchodzącym w skład obszaru górniczego KWK „Szczygłowice” w Knurowie. W pracy scharakteryzowano również dynamikę zmian w strukturze użytkowania badanych gruntów.

## MATERIAŁY I METODY BADAŃ

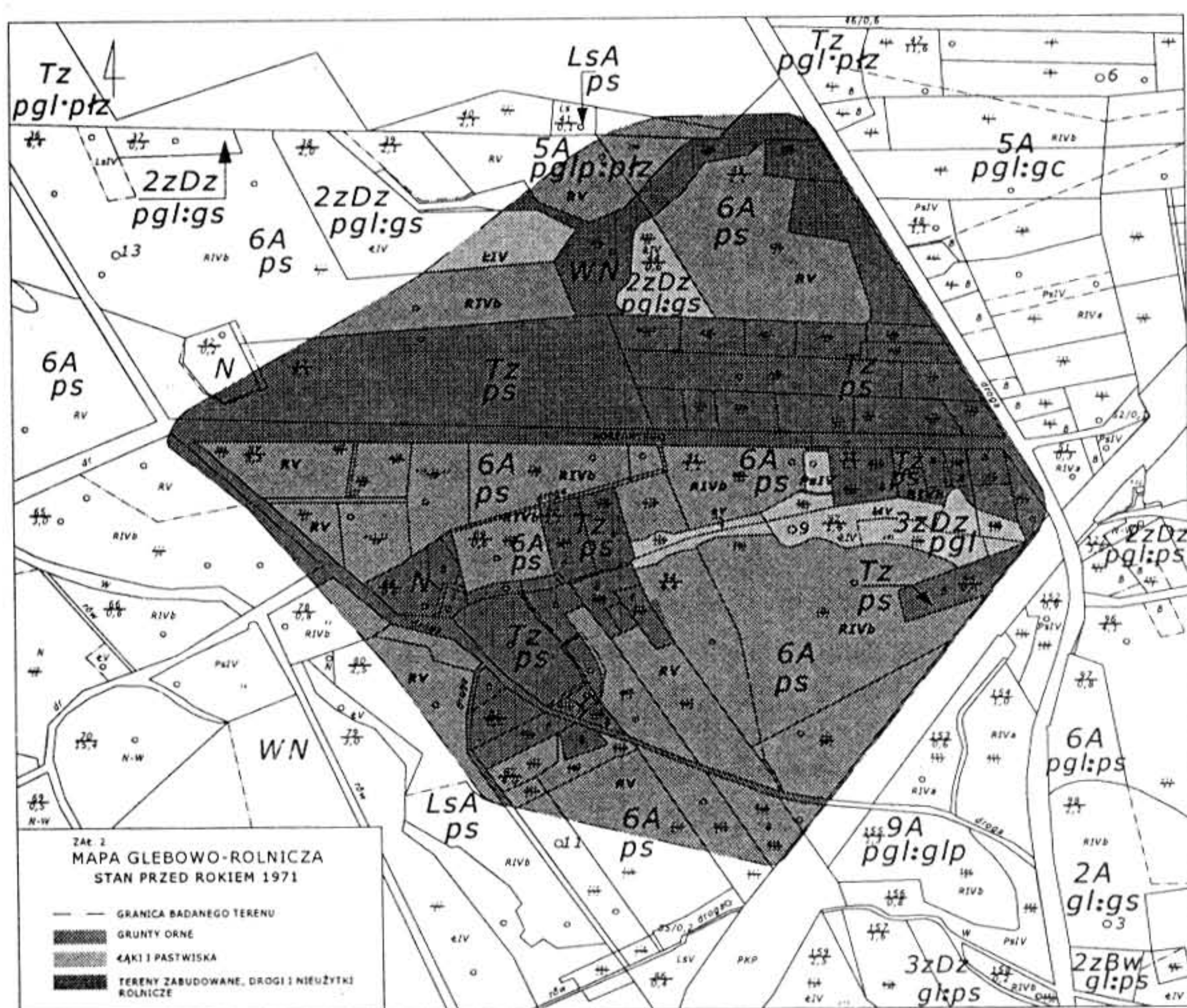
Badania prowadzono na terenie położonym pomiędzy ulicami Korfantego i Ligonii w Knurowie. Obszar ten podlega silnej antropopresji górniczej wywieranej przez Kopalnię Węgla Kamiennego „Szczygłowice”. Na przestrzeni lat 1971-2002 wystąpiły tam jedne z największych osiadań na Górnym Śląsku wynoszące ponad 14 m w stosunku do pierwotnego położenia terenu [Boroń i Klatka, 1999]. W wyniku osiadania najniżej położone miejsce na tym terenie znalazło się ponad 4,0 m poniżej średniego stanu wody w przepływającej nieopodal rzeki Bierawce. Konsekwencją tego stało się globalne podniesienie zwierciadła wody gruntowej na terenach przyległych oraz powstanie w południowej części zalewiska [Klatka, 2001]. Wywołane tymi zmianami przekształcenia gospodarki wodnej gleb spowodowały pogorszenie warunków wegetacji roślin, zmiany podstawowej przydatności uprawowej gleb i tendencje do modyfikacji klas bonitacyjnych gleb [Rosik-Dulewska i in., 1999; Klatka 2001]. Tym samym dotychczas obowiązująca mapa glebowo-rolnicza omawianego rejonu przestała być aktualna. W celu jej aktualizacji wytyczono w terenie siatkę kwadratów o bokach 200 m metodami standardowo stosowanymi w geodezji. Narożniki boków kwadratów zastabilizowano drewnianymi palikami i opisano zgodnie z numerami punktów badawczych. Następnie w punktach pomiarowych wykonano 10 odkrywek glebowych do głębokości 150 cm z pełnym opisem cech morfologicznych. Analiza cech morfologicznych gleb na podstawie wykonanych odkrywek glebowych, uzupełniona o ocenę ich właściwości laboratoryjnych wyznaczonych i opisanych w pracach wcześniejszych przez Klatkę [2001], pozwoliła na weryfikację aktualnej bonitacji gleb. W trakcie oceny uwzględniano również aktualnie panujące stosunki wodne gleb określone na podstawie map gospodarki wodnej badanego terenu [Klatka, 2001]. Ocena zmian w bonitacji i przydatności rolniczej gleb oraz strukturze użytkowania terenu przeprowadzona została w oparciu o metodę analizy porównawczej i tabelę klas gruntów [1963]. Polegała ona na nałożeniu na siebie wcześniej zdigitalizowanych map: sytuacyjno-wysokościowej, map gospodarki wodnej gleb oraz glebowo-rolniczej, a także zaktualizowanej bonitacji gleb w poszczególnych punktach



siatki pomiarowej. Wszystkie prace kartograficzne wykonano przy wykorzystaniu nowoczesnych technik komputerowych oraz specjalistycznego oprogramowania.

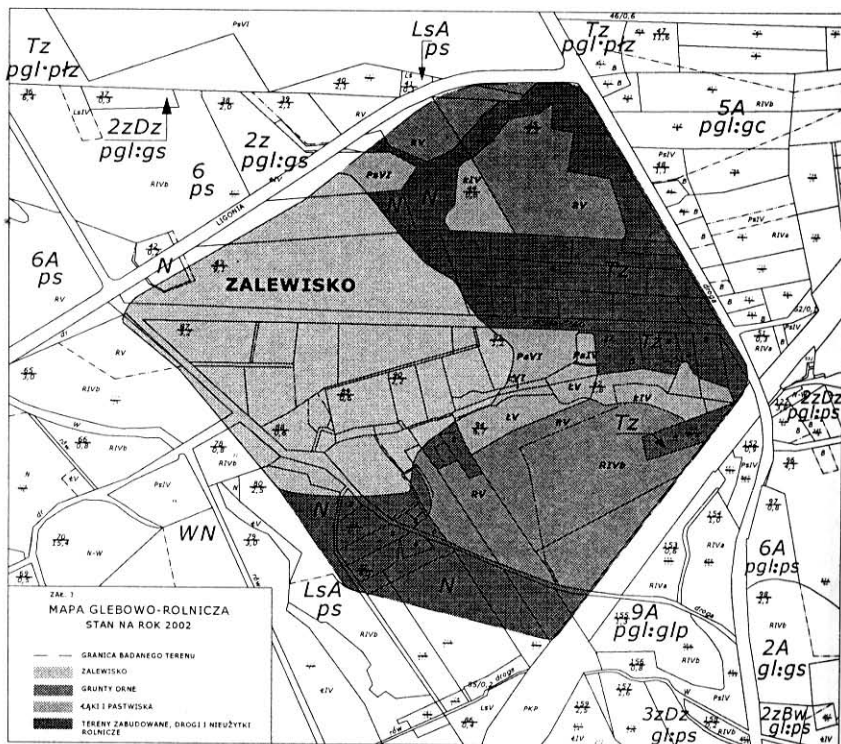
## WYNIKI BADAŃ

W wyniku przeprowadzonych badań terenowych oraz w oparciu o obowiązującą Systematykę Gleb Polski [PTG, 1989] w obrębie większości odkrywek stwierdzono występowanie gleb zakwalifikowanych do działu autogenicznych, rzędu brunatnoziemnych, typu brunatne właściwe i podtypu brunatne oglejone. Gleby te pomimo korzystnych właściwości są jednak okresowo nadmiernie uwilgotnione. W obrębie dwóch odkrywek zlokalizowanych w północnej części obszaru występują gleby zaliczane do działu semihydrogeniczne, rzędu czarne ziemie, typu czarne ziemie w podtypie czarne ziemie zdegradowane. Są one również nadmiernie uwilgotnione, co świadczy o nasilaniu się procesów zawodnienia. Na przeważającej części badanego terenu występuje prawie jednorodny, lekki skład granulometryczny. Są to głównie piaski luźne i słabogliniaste o dużej przepuszczalności i małej retencyjności wodnej.



Rys. 1. Mapa glebowo-rolnicza – rok 1971

W oparciu o pierwotną mapę glebowo-rolniczą (rys. 1) stwierdzono, że w roku 1971 na badanym obszarze występowały gleby zaliczane do IVb i V klasy bonitacyjnej gruntów ornych oraz do IV i V klasy bonitacyjnej gruntów pod trwałymi użytkami zielonymi (tabela 1). W konturach glebowo-rolniczych nr 36, 78, 87, 89, 91 oraz część 94 występowały gleby IVb klasy bonitacyjnej, natomiast w konturach nr 40, 45, 80, 82 i 92 występowały gleby V klasy bonitacyjnej. Na terenach łąk i pastwisk w konturach nr 38 i 44 stwierdzono występowanie gleb IV klasy bonitacyjnej. Na terenie trwałych użytków zielonych występującym w konturze nr 92 stwierdzono gleby V klasy bonitacyjnej. W wyniku degradacyjnej działalności KWK „Szczygłowice” w rejonie ulic Ligonja i Korfańtego na przestrzeni lat zmianie uległy pierwotne właściwości gleb oraz ich gospodarka wodna. Analiza uzyskanych wyników badań terenowych, prac kameralnych oraz badań wcześniejszych (Boroń i Klatka, 1999; Klatka, 2001, 2002) pozwala na stwierdzenie, że przekształcenia gospodarki wodnej gleb spowodowały pogorszenie warunków wegetacji roślin, zmiany podstawowej przydatności uprawowej gleb oraz w niektórych przypadkach zmianę klasy bonitacyjnej i użytkowania w kierunku łąk lub pastwisk. Powstanie i stopniowe powiększanie się obszaru zalewiska spowodowało całkowitą eliminację gleb z rolniczego użytkowania (rys. 2).



Rys. 2. Zaktualizowana mapa glebowo-rolnicza



Aktualnie w konturze nr 94 w wyniku wytworzenia się niekorzystnych warunków wilgotnościowych wystąpiło obniżenie klasy bonitacyjnej części użytku ornego z IVb do V klasy. Podobna zmiana zaszła w przypadku użytków zielonych w konturze nr 92. Wystąpiło tutaj obniżenie klasy bonitacyjnej łąki – z IV do V klasy. W przypadku konturu nr 91 nastąpiła degradacja fragmentu użytków orných klasy IVb do użytków pastwiskowych klasy VI. W konturze nr 38 również nastąpiło obniżenie klasy bonitacyjnej i zmiana użytkowania części trwałego użytku zielonego z łąki klasy IV do pastwiska klasy VI. Z kolei w części konturu nr 36 wystąpiła degradacja hydrologiczna gleb o znacznym nasileniu, która doprowadziła do przekształcenia gruntu ornego klasy IVb w nieużytek. Podobnie jak grunty orne klasy V wchodzące w skład konturów nr 80 i 82 wraz z sąsiadującą z nimi drogą.

**Tab. 1. Klasyfikacja bonitacyjna badanych gleb na przestrzeni lat 1971-2002**

Nr konturu glebowo- rolniczego na mapie	Gatunek gleby	Klasa bonitacyjna gleb		Użytkowanie	
		1971	2002	1971	2002
36	ps	IVb	VI	R	Ps
38	pgl:gs	IV	VI	Ł	Ps
39	-	-	-	N	N
40	pglp:plz	V	V	R	R
43	ps	-	-	Tz	Tz
44	pgl:gs	IV	IV	Ł	Ł
45	ps	V	V	R	R
78	ps	IVb	-	R	Ws
80	ps	V	-	R	N
81	ps	-	-	Tz	Tz
82	ps	V	-	R	N
87	ps	V	-	R	Ws
	ps	IVb	-	R	Ws
88	-	-	-	N	Ws
89	ps	IVb	-	R	Ws
90	ps	-	-	Tz	Ws
91	ps	IVb	VI	R	Ps
92	pgl	IV	IV	Ps	Ps
	pgl	V	VI	Ł	Ł
	pgl	IV	V	Ł	Ł
93	ps	-	-	Tz	Tz
94	ps	IVb	V	R	R
	ps	V	V	R	R
95	ps	-	-	Tz	Tz

Powstałe zalewisko objęło swym zasięgiem w całości kontury nr 87 (3,2 ha), 88 (0,6 ha) i 89 (0,6 ha) oraz części konturów nr 36 (0,8 ha), 38 (0,1 ha), 43 (3,4 ha), 78 (0,3 ha), 80 (0,2 ha), 90 (1,5 ha) i 91 (0,6 ha), a także fragmenty dróg (1,3 ha). Łączna powierzchnia terenów zalanych to 11,8 ha.



**Tab. 2. Struktura użytkowania gruntów na badanym terenie**

Rodzaj użytkowania	Powierzchnia [ha]		% w stosunku do całkowitej powierzchni	
	do roku 1971	rok 2002	do roku 1971	rok 2002
Grunty orne	18,4	8,7	48,9	23,0
Łąki	2,6	2,8	6,9	7,2
Pastwiska	0,1	1,3	0,3	3,3
Tereny zabudowane	12,5	7,6	33,2	20,0
Drogi	2,2	0,6	5,9	1,4
Wody stojące	0	13,2	0	35,0
Nieużytki	1,8	4,0	4,8	10,1
Razem	37,6	37,6	100	100

Analiza struktury użytkowania gruntów przed rokiem 1971 wykonana na podstawie pierwotnej mapy glebowo-rolniczej wskazuje, że całkowita powierzchnia użytków rolnych na badanym obiekcie wynosiła 21,1 ha. Grunty orne zajmowały 18,4 ha, co stanowiło 48,9% całkowitej powierzchni, natomiast łąki 2,6 ha (6,9%) a pastwiska 0,1 ha (0,3%). Pozostałą powierzchnię badanego obszaru stanowiły tereny zabudowane i nieużytki wraz z drogami – ok. 16,5 ha. Aktualnie struktura użytkowania gruntów przedstawia się odmiennie. Największą powierzchnię zajmują wody stojące - 13,2 ha, co stanowi 35% całkowitej powierzchni badanego obszaru. Powierzchnia użytków rolnych uległa zmniejszeniu do 12,8 ha (33,5%) i obecnie grunty orne zajmują jedynie 8,7 ha, łąki 2,8 ha, a pastwiska 1,3 ha. Pozostałą część badanego terenu – 12,2 ha zajmują: tereny zabudowane, nieużytki i drogi.

## WNIOSKI

1. Zmiany warunków przyrodniczych i użytkowych terenów rolniczych, będące konsekwencją działalności górniczej i mające głównie charakter negatywny, wiążą się przeważnie z koniecznością modyfikacji bonitacji gleb. Zaktualizowana na podstawie badań mapa glebowo-rolnicza stanowi studium praktycznego zastosowania nowych rozwiązań teoretycznych i jest nieodzownym źródłem informacji o warunkach glebowo-rolniczych w procesie ewentualnych scaleń, zmiany użytkowania czy też rekultywacji gleb badanego obszaru.
2. Analiza struktury użytkowania gruntów w rejonie ul. Ligonii i Korfańskiego w Knurowie pozwala na stwierdzenie, że aktualnie jedynie część użytków rolnych zachowała swoją pierwotną zdolność produkcyjną. Są to głównie gleby, które podlegają degradacji w najmniejszym stopniu. Częstym zjawiskiem jest zmiana użytkowania gruntów ornych w kierunku użytków zielonych o gospodarce łąkowo-pastwiskowej. W przyszłości należy się liczyć



ze zwiększeniem powierzchni nieużytków rolniczych wraz z nasileniem procesów degradacji hydrologicznej gleb.

3. Dotychczas stosowane kryteria klasyfikacji gleb obejmowały szereg cech glebowych i fizjograficznych. W rzeczywistości na terenach pogórnich aktualna klasyfikacja bonitacyjna może odbiegać od przeprowadzonej w latach wcześniejszych. Wynika to głównie ze zmian właściwości gleb oraz stosunków wodnych spowodowanych nasilającymi się w czasie i zmiennymi czynnikami antropopresyjnymi. Na terenach zdegradowanych przez górnictwo węgla kamiennego należy zatem stosować metody oceny jakości i przydatności rolniczej gleb uwzględniające również dodatkowe czynniki, jak np. zmianę stosunków wodnych gleb czy też zmianę rzeźby terenu. Zastosowanie takich metod ma istotne znaczenie w opracowaniu realnej klasyfikacji gleb i diagnostyki niższych taksonomicznych jednostek kartografii gleb.

## LITERATURA

- BOROŃ K., KLATKA S., 1999: Evaluation of farmland degradation induced by coal mine activity. 10 th International Soil Conference, May 23-28, 1999. Purdue University, USA.
- KLATKA S., 2001: Waloryzacja gleb zdegradowanych w wyniku działalności przemysłu wydobywczego na przykładzie KWK „Szczygłowice” w Knurowie. AR Kraków. KRGiOT (praca doktorska- maszynopis).
- KLATKA S., 2002: Indeks produktywności gleb zdegradowanych w wyniku działalności eksploatacyjnej Kopalni Węgla Kamiennego „Szczygłowice”. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu. CCCXLII.
- KLATKA S., BOROŃ K., 2001: Gospodarka wodna wybranych gleb terenu eksploatacyjnego KWK „Szczygłowice” w Knurowie. Zesz. Naukowe AR w Krakowie. Z. 21.
- Ministerstwo Rolnictwa, 1963: Komentarz do tabeli gruntów w zakresie bonitacji gleb gruntów ornych. Warszawa.
- ROSIK-DULEWSKA CZ., WRONA A., GRONET R., 1999: Przekształcenia użytkowania gruntów na obszarach górniczych KWK „Knurów” i KWK „Szczygłowice”. Archiwum Ochrony Środowiska. Vol. 25. no 4.
- STRZYSZCZ Z., 1995: Przekształcenia geomechaniczne, hydrologiczne i chemiczne pokrywy glebowej w województwie katowickim. Zesz. Probl. Postępów Nauk Rolniczych. Z 418.
- STRZEMSKI M., SIUTA J., WITEK T., 1973: Przydatność rolnicza gleb Polski. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne. Warszawa.





**Urszula Kołodziejczyk**

Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski

## **FLOODS IN THE RIVER VALLEYS OF THE EASTERN MID-EUROPEAN LOWLAND**

### **POWODZIE W DOLINACH RZECZNYCH WSCHODNIEJ CZĘŚCI NIŻU ŚRODKOWOEUROPEJSKIEGO**

**Key words:** river, valley, flood banks, water management, monitoring.

**Summary:** Throughout history, many times did floods in the river valleys of the East Mid-European Lowland occur. They brought about material losses and frequently generated hazards to human health and life as well. For centuries now, human communities have been building up flood banks in order to protect themselves against the negative impact of floods. The results of investigations into the flood banks along the Oder river, which were made during and after the great flood of the year 1997, point out to the necessity of their renovation. The outcome of the research work carried out in Poland may be used for the renovation and reconstruction of old flood banks and for the construction of new ones in the whole area of the East Mid-European Lowland.

**Słowa kluczowe:** rzeka, dolina, wały przeciwpowodziowe, gospodarka wodna, monitoring

**Streszczenie:** Powodzie w dolinach rzek wschodniej części Niżu Środkowo-europejskiego występowały w historii wielokrotnie. Przynosiły one straty materialne, a często stanowiły zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi. W celu ochrony przed ujemnymi skutkami powodzi społeczności ludzkie od wieków budowały wały przeciwpowodziowe. Wyniki badań wałów przeciwpowodziowych, jakie przeprowadzono wzdłuż rzeki Odry podczas trwania i po wielkiej powodzi w 1997 r., wskazują na konieczność renowacji istniejących obiektów. Badania wykonane w Polsce mogą być wykorzystane w renowacji i rekonstrukcji starych wałów oraz w budowie nowych obiektów na całym obszarze wschodniej części Niżu Środkowoeuropejskiego.

In spite of the fact that flood banks, in terms of their construction, are very simple structures, which have been built for many centuries, then frequently heightened, widened and lengthened, renovation of old flood banks as well as the construction of new ones in conditions altered by human activity, is still an engineering-geological problem, not only a technological one. Under the influence of the flood bank which has been built, the originally natural bottom of the valley is loaded, and thus becomes



deformed; its porosity and water permeability change. The underground water table in the area before the bank, if the river was constantly draining, can be heightened, thus creating wetness of the soil, waterlogged areas and marshes, which were not there before, and which would not have been caused if an efficient system of drainage of the area before the bank had been introduced while building up the flood banks.

If the subsoil of the flood banks is marshy – as for instance is the case, when flood banks are built on the old river bed – then the peat and other kinds of organic soils are pushed away from under the flood banks, which results in their subsiding. In the event the flood banks are not correctly built, they may be destroyed even without a flood wave passing through the valley.

Engineering-geological recognition of the ground in the immediate neighbourhood of the flood banks can help local communities choose properly the soil to be used for the construction of flood banks.

Flood banks used to be built as constructions which were aimed at counteracting the harmful impact of flood waves – particularly those high ones. It is also possible to decrease the height, i.e. flatten the flood wave in a given cross-section of the river valley by means of a rational and integrated management of rain water and surface water in the river basin above the cross-section. This calls for creating flood control reservoirs, which will render it possible to stop the excess of rain and surface waters in periods of intensive rainfalls and to supplement the deficit of water in periods of drought. In such a case, the flow of waters in the inter-bank area can be equalised, i.e. it will not reach extreme values, and then the flood banks can fulfil their protective functions.

Although the existence of a human being and human communities of the *Homo sapiens* sub-species, as well as their ancestors, has always been connected with the possibility of having free access to drinking water, however the permanent settlement of individuals and human communities in the river valleys of the East Mid-European Lowland and on its river banks – as it follows from the dating of numerous archaeological relics – started only at the end of the Palaeolithic age and at the beginning of the Neolithic Age (approximately 4000 years B. C.). A primitive man in order to survive had to get to know the environment which surrounded him. He was forced to identify and tell what was harmful and what was useful for him. He had to learn to choose a safe place for his shakedown or permanent seat. Such a necessity to recognize and get to know the environment constitutes the starting point and nucleus of thinking, which today has developed into engineering-geological thinking in terms of localisation of an investment project [Rahn, 1986; Kowalski, 1988; Pflug, 1996; Scheffren, 1998 and others].

During the Neolithic Age, the eastern part of the Mid-European Lowland was overgrown with primeval forests. They acted as a huge storage reservoir for rain water. In the beginning of the Neolithic Age, rainfalls were even more intensive than today, but retention of water in the primeval, not thinned out forests was enormous. Only a small amount of rain water could flow down the inclines and slopes of valleys permanently overgrown with compact sod. This very sod did not allow the ablation of particles and grains of soil into the river beds, or in case of a heavy shower made it more difficult. Then clayey particles, dusts, sands, and sometimes even gravel carried



into individual sections of river beds were lifted up and drifted away from these sections with the energy of water flowing in the river beds. Thus river beds were either stable, or their bottom subsided due to erosion of the bottom. The rivers were meandering and wound their ways. The waters of river beds hardly ever overflowed onto the lowest flood terraces. Human settlements at that time situated above the said flood terraces could not have been flooded or endangered by high flood waves. Under these circumstances there was no need for building flood banks. Floods started to threaten humans much later.

The vicinity of river beds provided inhabitants of permanent settlements, apart from access to fresh drinking water, with the possibility of easy transfer and transport along the rivers, incomparably more convenient than forcing their way through the primeval forests.

It is also worth noting that with time the energy of flowing waters has been used for operating water mills and forges.

There is no doubt that from the beginning of the Neolithic Age through the Bronze Age (approximately 1700 B. C.) and the Iron Age (from about 700 B. C.) till today higher and higher as well as more frequent flood waves have been observed in the river valleys of the East Mid-European Lowland. This phenomenon cannot be justified by climatic and weather changes observed in this period. They were neither big enough nor unidirectional to account for the intensification of floods. In the period under analysis, however, the numbers and population density increased in human communities inhabiting not only the river valleys, but also other regions of the Mid-European Lowland. At the same time, the area of farming fields as well as the depth of cultivation increased. Regular grazing of cattle on the same meadows and more and more numerous herds contributed to the destruction of the sod. These phenomena were accompanied by more intensive extirpation of forests which were not capable of self-regeneration, particularly in the period of primitive mining and processing of iron ores, which was based on using a considerable amount of timber.

Rain waters were originally retained almost totally in the forests, which were preserved in their natural state. Together with cutting down, burning down and extirpation of forests the retention capacity decreased considerably. A part of rain waters which were not retained, began to flow in a greater bulk down the inclines of the terrain and valley slopes towards the rivers and their tributaries, carrying bigger and bigger amounts of clayey particles, dusts and grains of sand and sometimes, due to a greater declivity of the terrain, even gravel, ablated from the areas deprived of overgrowth (forest and sod). The rock material ablated from the surface of the terrain was deposited on the valley slopes in the form of slope washes or alluvial cones. Sometimes it was drifted to other sections of the river bed. If the bulk of broken-up rock material carried to particular sections of the river bed was too big to be drifted farther on by the flowing water, then – either partially or totally – it was deposited on the bottom of the river beds, thus causing the level of the water flowing in the rivers to raise. The water, which was not held in the river bed, flowed over the river banks and flooded the lower flood terraces making them swampy. At the same time, with the river outwashes, the waters divided the originally compact river beds into several parallel beds of various size. In this way, the meandering rivers became transformed into brook-



like rivers braided. The waters from the river beds – as the rivers were transforming from meandering to braided ones – more and more frequently overflowed their valleys. As a result of raising of the bottoms of river beds and due to river outwashes, the height of the flood waves also increased, thus endangering the previously safe human settlements. Thus it turns out that the frequency and height of the flood waves in the river valleys of the eastern part of the Mid-European Lowland is due to anthropogenic factors, to an extent not smaller than to those natural, i.e. climatic, meteorological and hydrological factors. On account of this considerable contribution of the anthropogenic factor, the contemporary fluviodynamic processes can and should be regarded as engineering-geological processes [Kowalski, 1988].

With higher and higher as well as more frequent occurrence of flood waves, which endangered permanent human settlements originally located in safe places, their inhabitants used to defend themselves by building up flood banks. Unfortunately, however, the work of building them up was carried out when the flood was already approaching and in a great haste, and thus materials in the immediate vicinity, those at hand were used. The height of the flood bank was connected inseparably with the width of its base and the gradient of the slope, which always approximated the gradient of natural slope of the built-up material. The gradient changes under the surface of the water, i.e. after the flood waveflowing, as it has been found out by observing the sapping and washing of the flood banks during flooding.

From the middle of the Holocene epoch., higher and higher flood waves occurred in individual sections of the river valleys of the East Mid-European Lowland. The first flood banks, which were built, with time proved to be too low. They had to be heightened, and also their bases had to be widened. As a rule this was done in the conditions of an impending threat of flooding, and the material for building the flood bank was collected from the area before the bank, and not from the inter-bank area. Thus the possibility of the occurrence of paludification and swamping increased which was due not only to infiltration of water from the inter-bank area through the flood bank to the area before the bank, but also to damming up of the ground water in the area before the bank. Neither was a proper technique of building up the flood banks always used due to the hurry and urgency of the situation. As a result, it turned out that raising up, widening and lengthening of the flood banks could not secure safety in particular sections of a valley. Successive floods followed, when the bulk of the flowing water destroyed the flood banks, or overflowed their crown if it could not be held in the inter-bank area.

Observations of river waters overflowing higher and higher flood banks crowns, which have been carried out for many years now, have led to the conclusion that it is impossible to build up flood banks of the height ensuring at all times successful protection against flood and its effects. It was observed that the conclusive meteorologic and hydrologic factors conditioning the alternate occurrence of heavy rain and drought periods in a particular river section are in the majority of cases located in the upper section of the river. Equally, increasing rain fall and surface water retention in the upper basin through building up high-water dams and polders in combination with proper water management in both natural and man-made retention reservoirs can, in a particular river section, prevent formation of destructive, high flood waves, or at least



flatten them and in a period of drought direct the missing water amounts to the river bed. Rational management of water resources in the basin of a big river is not easy. Apart from many diverse factors, which are not explicitly stated, there may also be a clash of interests between communities inhabiting the basins of each of the tributaries and particular sections of the main stream valley. Undoubtedly, the results of the catastrophic flood of 1997, which occurred in the Oder river valley and its side streams in Poland, as well as in the territory of the Czech Republic and Germany would have been less destructive, if, prior to the flood, there had been an agreement made by and between the communities dwelling in endangered areas and local authorities being in charge of water management [Brezina, 1999; Dubicki, Słota, Zieliński, 1999; Chojnacki, 2000; Greinert, Kołodziejczyk, Greinert, 1998; Kołodziejczyk 2002 and others]. In the same year of 1997, in the basin of the river Vistula, as the result of more efficient water management, the flood wave was flattened and did not cause such damages as in the neighbouring basin of the river Oder. Hence, flood banks should be built and incorporated into the whole water management system as hydrotechnical structures.

It has been a rule that since the time the first flood banks were built the communities which have been using them as their protection against flood damages have only been concerned about the banks just before or during flood wave flowing. Thus, observations were made hurriedly and in a panic. As soon as the flood wave had flowed people stopped being preoccupied about the flood banks. Quite the reverse, they regarded them as obstacles in the communication between the areas before the banks and inter-bank area.

In the eastern part of the Mid-European Lowland the permanent monitoring of flood banks state and condition has been started only recently. Obviously, the process entails certain expenses. However, if we compare the costs of constant monitoring with the value of flood damages, we can prove that even lowering the level of the damages only by little will reimburse entirely the costs of long-term, well-organized and professionally run monitoring.

A good example of well-started and well-organized constant monitoring of flood banks are engineering-geological investigations into the state and condition of the flood banks in the Middle Oder Land which have been carried out regularly since the great flood of 1997. The results of the works done led to drawing up of a register of damages and harms in the flood banks caused by the high flood wave. Following the register, a documentation of the internal bank structures was worked out. It also referred to the ground foundation of the flood banks which must have cooperated with the banks and which provided materials for their formation. The investigations were carried out in 742 cross-sections, located along the so called Lubuski section of the river Oder. The investigations included such methods as: engineering-geological cartography, bioindication, electrical logging, hand drilling (2200 holes), sounding with SL-light auger and laboratory testing.

A complex analysis of the engineering-geological investigation results related to the flood banks in the Lubuski section of the river Oder reveals that flood bank body is distinguished by a great variety of soils, from which they were formed and, certainly, a great differentiation of the relevant engineering-geological parameters.



It was also observed that the condition of the flood banks under investigation is determined to a considerable extent by the sort and condition of the soils in the bank base. Finally, it was found out that the current condition of the flood banks depends not only on the method according to which they were formed, further strengthening of their structure and the influence of flood waters, but on many other processes as well. These are, first of all, numerous phenomena taking place inside the flood banks, such as: decay of plant residues, hollowing of tunnels by beavers, moles and field-voles, internal erosion and partly colmatage etc., as well as external processes such as using the flood bank crown as service roads, cattle grazing on the slopes, etc.

## CONCLUSIONS

Condition, constitution and internal structure of particular sections of flood banks along the same river vary even on short sections and in some circumstances the differences are significant. The flood banks which have been formed for centuries are higher, broader and longer whilst the river is changing from meandering into braided one. The reasons for which the river has been changing from meandering into braided one in the area of the eastern part of the Mid-European Low -land were not only climatic, meteorologic and hydrologic changes, but also increasing forest thinning and the seasonal destruction. Maintaning, heightening, widening and lengthening of flood banks, as well as maintaining and building all the other hydrotechnical structures (first of all connected with the flood banks), should be thoroughly planned, prepared and conducted regularly, not on the on-and-off basis just before the occurrence of the flood wave or when it has already occurred. Monitoring engineering-geological investigations of the flood banks condition should be carried out systematically, always during the occurrence of the high flood wave or directly after it has gone in the properly selected cross-sections by means of already known, simple methods of field and laboratory investigations. Comparing the costs incurred for the preparation procedures for the flood wave to come with the damages caused by several catastrophic floods due to negligence of correct protective undertakings shows explicitly that such protective measures are beneficial throughout all the period between the floods, and, as it has been proved, the related costs are much more smaller than the amount of damages caused even by only a single flood. Success of flood operations on the level of a commune, county, province, region and the whole country is determined to a considerable extent, by constant, not delayed cooperation initiated by and between flood committees on all administrative levels: communal, county, central, both within the boundaries of the country and in the neighbouring states. Effective operations carried out by flood committees on different administrative levels depend on rational management of rainfall, surface and underground water resources in the basins of small and bigger tributaries of main rivers (streams). Rational use of flood banks is possible only if we view them as hydrotechnical structures being part of water management system in a particular basin and a part of coherent water management policy in the whole country. The experience which has been acquired while carrying out engineering-geological investigations into the condition of flood banks ring the high flood wave discharge and



after it has gone in the Lubuski section of the Middle Oder can be useful in planning similar investigations into the flood banks also in the valleys of other rivers in the eastern part of the Mid-European Lowlands.

## REFERENCES

- BREZINA P., 1999: Powódź lipcowa 1997 r. w dorzeczu Odry w Republice Czeskiej. *Gospodarka W.*, LIX, 7 (607), 251-257.
- CHOJNACKI J., 2000: Szacowanie przewidywanych strat powodziowych w terenach zurbanizowanych metodą typizacji zagospodarowania obszarów zagrożonych. *Gospodarka Wodna*, LX, 10 (622), 368-373.
- DUBICKI A., SŁOTA H., ZIELIŃSKI J., 1999: Dorzecze Odry – monografia powodzi lipiec 1997. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa.
- GREINERT H., KOŁODZIEJCZYK U., GREINERT A. (red.), 1998: Ochrona i rekultywacja terenów dorzecza Odry. Sytuacja po powodzi 1997 r. The 1<sup>st</sup> International Conference. 15-16.09.1998. Zielona Góra.
- KOŁODZIEJCZYK U., 2002: Geologiczno-inżynierskie badania wałów przeciwpowodziowych i ich podłoża na lubuskim odcinku Odry. Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego.
- KOWALSKI W.C., 1988: Geologia inżynierska. Wyd. Geol. Warszawa.
- PFLUG W., 1996: Ingenieurbiologie im Spannungsfeld zwischen Naturschutz und Ingenieurbautechnik. Selbstverlag der Gesellschaft für Ingenieurbiologie, Aachen.
- RAHN P.H., 1986: Engineering Geology. An environmental approach. Elsevier, New York, Amsterdam, Oxford.
- SCHEFFREN J., 1998: Kampf um Naturumweltzerstörung und die Lösung Ökologischer Konflikte, Primus Verlag, Darmstadt.





**Urszula Kołodziejczyk**

Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski

**Piotr Warcholak**

Lubuski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Zielonej Górze

## **ZBIORNIK STARA WODA I JEGO FUNKCJA W OCHRONIE PRZECIWPOWODZIOWEJ MIASTA LUBSKA**

## **THE RESERVOIR STARA WODA AND HIS FUNCTION IN FLOOD CONTROL OF THE LUBSKO CITY**

**Słowa kluczowe:** rzeka, gospodarka wodna, retencja.

**Streszczenie:** Aby zwiększyć stopień bezpieczeństwa przeciwpowodziowego miasta Lubsko przystąpiono do budowy zbiornika suchego Stara Woda. Realizacja tej inwestycji pozwoli na redukcję przepływu nadmiernego w rzece Lubczy przez teren miasta z  $12,4 \text{ m}^3/\text{s}$  do  $7,1 \text{ m}^3/\text{s}$ . Zbiornik Stara Woda jednak tylko częściowo uchroni Lubsko przed zalaniem. Stopień bezpieczeństwa przeciwpowodziowego można będzie dodatkowo podnieść poprzez umiejętne sterowanie wypływem wody ze zbiornika.

**Key words:** river, water management, retention.

**Summary:** To enlarge the degree of safety Lubsko it was approached to building dry reservoir Stara Woda. Realization of this investment will permit on reduction of maximum flow from  $12,2 \text{ m}^3/\text{s}$  to  $7,1 \text{ m}^3/\text{s}$  and decrease flood threat. Reservoir Stara Woda will not protect the city from partial flood. The degree of safety flood can be better, if steering with water effluent from reservoir will be skilful.

## **WARUNKI GEOMORFOLOGICZNE REJONU LUBSKA**

Ukształtowanie terenu w rejonie Lubsko wykazuje zróżnicowaną genezę; ostańce wysoczyznowe stanowią pozostałość po morenie czołowej zlodowacenia południowo-polskiego, natomiast dolina Lubczy uformowana została w holocen, wskutek akumulacyjnej działalności wód płynących [Lewicki, Przewłocki i Wróbel, 1986].

Zbiornik Stara Woda jest zlokalizowany w obrębie ostańców Lubsko-Borowickich [Bartkowski, 1974], decydujących o znacznym zróżnicowaniu morfologicznym rejonu: od  $68,0 \text{ m n.p.m.}$  w dnie doliny Lubczy do  $125,0 \text{ m n.p.m.}$  w strefach wysoczyznowych. Ostańce wysoczyznowe mają kształt podłużnych płaskowyżów i są rozdzielone płaskimi dolinami, stanowiącymi najczęściej podmokłe łąki. W strefach wysoczyznowych występują liczne bezodpływowe zagłębienia, w których przy nieprzepuszczalnym podłożu gromadzi się woda.



## CHARAKTERYSTYKA BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Osady starszego podłoża zalegają w strefie Lubska na głębokości ponad 200 m p.p.t. i nie mają wpływu na funkcjonowanie zbiornika Stara Woda.

Bezpośrednie podłoże geologiczne analizowanego zbiornika stanowią osady trzeciorzędowe i czwartorzędowe.

Trzeciorząd reprezentuje kilkudziesięciometrowa seria górnopliocenijskich, nieprzepuszczalnych ilów poznańskich, w skład której wchodzi:

- iły i mułki zielone z przewarstwieniami pyłów i piasków pylastych,
- iły i mułki płomieniste z przewarstwieniami ilów i piasków kwarcowych oraz glin kaolinowych.

W starszym czwartorzędnym (plejstocen) seria trzeciorzędowa uległa głębokiemu rozmyciu erozyjnemu, spowodowanemu wytopieniem się brył martwego lodu. W wyniku tego procesu w stropie serii ilastej wykształciła się wyraźna niecka. Badania geologiczne wykonane dla potrzeb udokumentowania zbiornika Stara Woda wykazały znaczne spływanie się niecki w kierunku wschodnim i jednocześnie jej pogłębienie w kierunku zachodnim; w osiowej i wschodniej części zbiornika strop serii ilastej występuje na rzędnej 68,00 m n.p.m., podczas gdy w części zachodniej (upust wieżowy) oraz północno-zachodniej (czoło zbiornika) – maksymalnie na rzędnej 61 m n.p.m.

W młodszym czwartorzędnym (holocen) niecka została częściowo wypełniona glinami piaszczystymi i piaskami gliniastymi z domieszką węgla brunatnych, o sumarycznej miąższości od 0,5 (NE część zbiornika) do 10,0 m (SW część zbiornika) oraz różnoziarnistymi piaskami i utworami pochodzenia organicznego (torfy i namuły). Holocenijska seria piaszczysta w obrębie czaszy zbiornika jest zbudowana z piasków drobnych lub średnich. W części spągowej czaszy, a także w rejonie zachodnim (upust wieżowy i zrzut Kanału Granica) seria drobno piaszczysta przechodzi w piaski średnie lub grube ze żwirem oraz pospółki.

Strop serii piaszczystej stanowi warstwa torfu o miąższości od kilkudziesięciu centymetrów do 1,5 m. Są to torfy średnio rozłożone i słabo rozłożone, często z domieszką piasku lub znacznych ilości zbutwiałego drewna. Na obrzeżach torfy stanowią jedynie warstwę glebową (0,2 m), a największą miąższość torfów (1,5 m) obserwuje się w jądrze niecki.

Analiza budowy geologicznej wykazuje, że nieprzepuszczalne podłoże czaszy zbiornika zapewnia jego szczelność. Ewentualne przesięki wody ze zbiornika będą możliwe jedynie w strefie zapory czołowej (zachodnia część zbiornika). Stopień zagęszczenia gruntu ( $I_D > 0,55$ ) oraz kubatura zapory wskazują, że przesięki te nie będą miały istotnego wpływu na prawidłowość funkcjonowania obiektu. Poniżej czaszy zbiornika znajdują się bowiem stawy rybne i ewentualne przesięki nie spowodują pogorszenia warunków gruntowo-wodnych w tym rejonie.



## ROZPOZNANIE HYDROGEOLOGICZNE

Wody gruntowe zalegają w części SE zbiornika stosunkowo płytko, gdyż strop warstw nieprzepuszczalnych występuje tutaj na głębokości kilkudziesięciu cm. Po przeciwnej stronie zbiornika, w części NW, poziom wód gruntowych obniża się nawet do 3 m p.p.t.

Wody opadowe infiltrują w serię piaszczystą, a następnie spływają po stropie warstw nieprzepuszczalnych (glin, ilów) ku osiowej partii niecki. Zwierciadło wody ma charakter swobodny lub lokalnie lekko napięty, co ma miejsce wówczas, gdy tuż przy powierzchni terenu występują namuły lub torfy.

Przy długotrwałych opadach deszczu w czaszy zbiornika formuje się zbiornik wód podziemnych o lustrze wody stabilizującym się na rzędnych około 72,00 m n.p.m., a w strefach brzegowych zbiornika – 73,00 m n.p.m. Badania wykazały, że są to wody słabo agresywne pod względem agresywności kwasowej i węglanowej ( $Ia_2$ ).

## HYDROGRAFIA

W rejonie zbiornika przepływają następujące ciekі: rzeka Lub ska, rzeka Ług, Kanał Młyński i Kanał Granica (rys. 1).

Głównym ciekіem jest rzeka Lub ska, największy dopływ Nysy Łużyckiej. Lub ska przepływa przez miasto Lub sko. W rejonie wsi Białków, około 3 km powyżej Lub ska (w km 33+350), wpływa do niej rzeka Ług. W miejscu połączenia obu rzek powierzchnia zlewni Lub szy wynosi 163,4 km<sup>2</sup>, a rzeki Ług 151,3 km<sup>2</sup>.

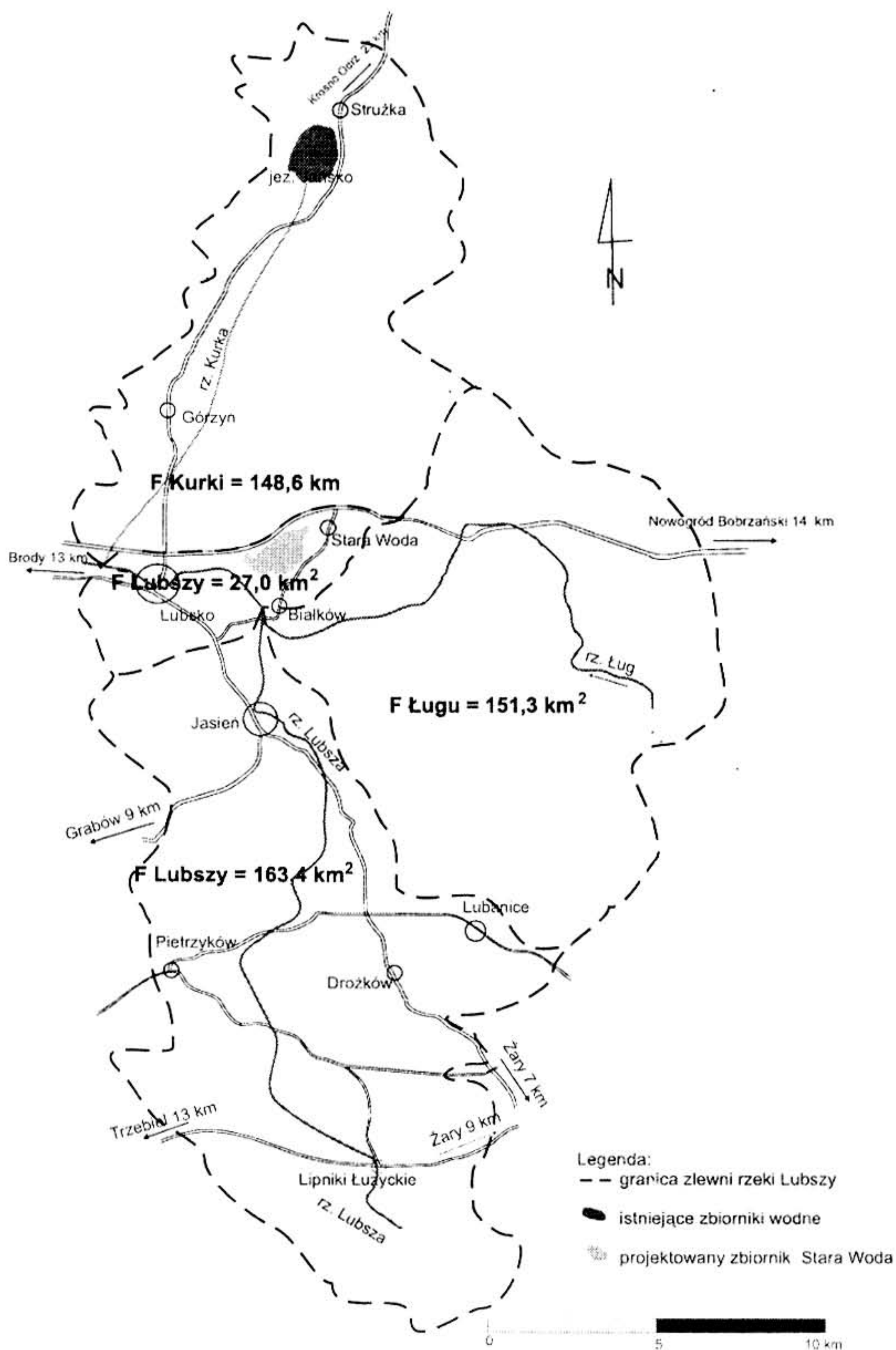
Kanał Młyński jest ciekіem sztucznym, wykonanym 100 lat temu w celu napędu młynów w Białkowie i Lub sku. Istniejące do dzisiaj budowle rozrządowe umożliwiają kierowanie do kanału wód z obydwu rzek. Kanał Młyński uchodzi do rzeki Lub szy poniżej Lub ska, stanowi więc dla miasta kanał ulgi. Obecnie Kanał Młyński służy do napełniania stawów rybnych w rejonie wsi Białków i Nowiniec.

Kanał Granica, w dolinie którego zlokalizowany jest zbiornik Stara Woda (w km 1+330–2+758), jest prawostronnym dopływem rzeki Lub szy. Wraz z siecią niesystematycznych rowów odwadnia on kompleks łąk położonych wokół czaszy analizowanego zbiornika oraz teren wsi Stara Woda.

Na terenie miasta Lub sko istnieje również kanał pożarowy, biorący wodę z Kanału Młyńskiego i uchodzący do rzeki Lub szy w obrębie miasta. Nie ma on jednak większego znaczenia w bilansie przepustowości koryt cieków znajdujących się na terenie miasta.

Zbiornik Stara Woda będą stanowiły dwa zbiorniki: suchy i stały (rys. 2). Zbiornik suchy będzie działał jak polder sterowany, ale będzie miał zdecydowanie mniejszą pojemność. Jego zadaniem będzie spłaszczenie szczytu wezbrania. W zbiorniku tego typu rezerwa powodziowa zbliżona będzie do całkowitej pojemności zbiornika, a pojemność wynikająca ze stałego piętrzenia będzie stanowić jedynie niewielką jej część, uzależnioną od zakładanych funkcji zbiornika. Zbiornik suchy napełni się, jeżeli dopływ wód opadowych ze zlewni będzie większy od wysterowanego zrzutu.

Sterowanie zrzutem wody będzie możliwe do czasu, gdy rzędna zwierciadła wody wypełniającej jego czaszę nie osiągnie rzędnej korony przelewu awaryjnego.

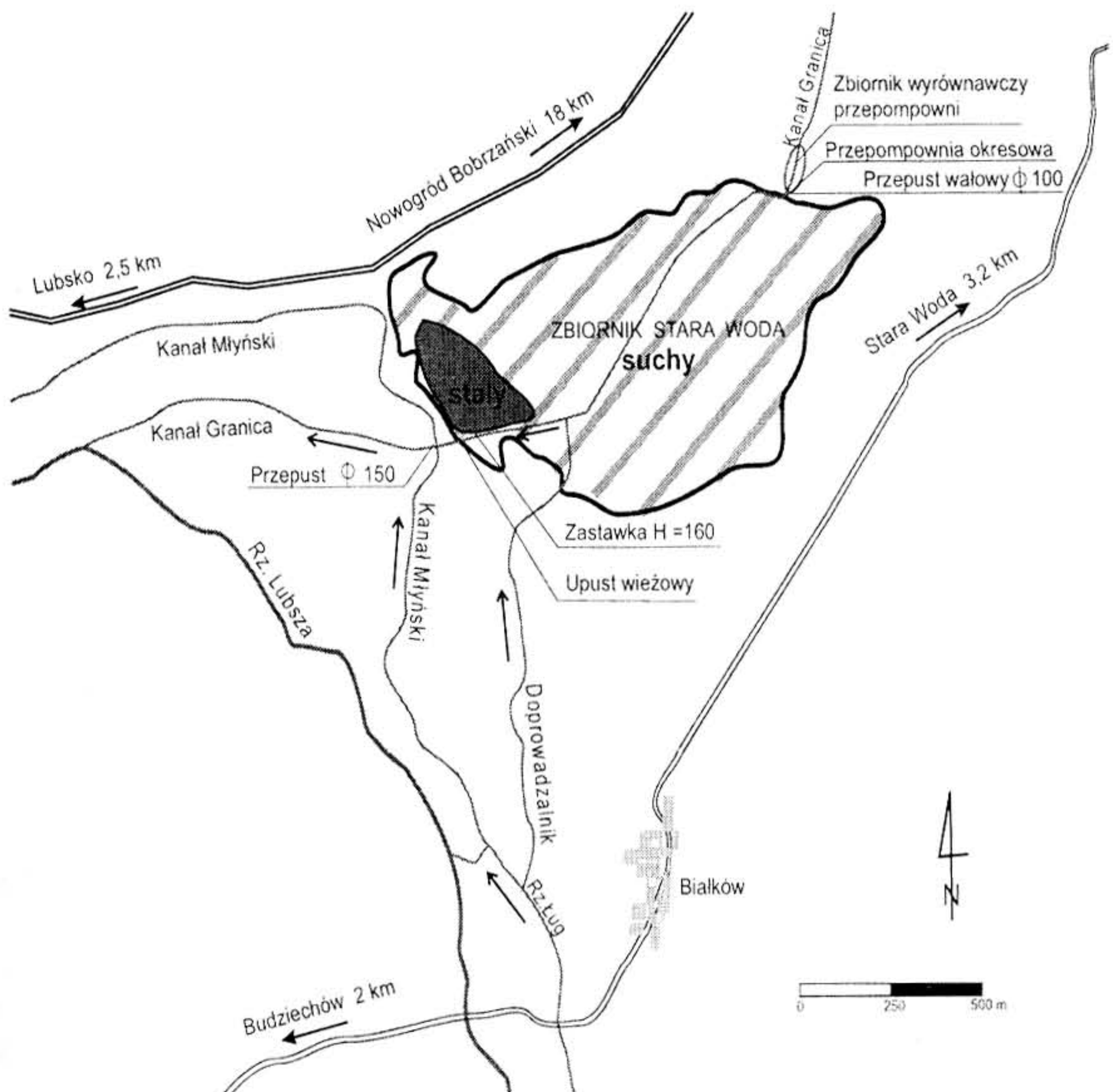


Rys. 1. Zlewnia górnej Lubszy



# OPIS ZBIORNIKA SUCHEGO STARA WODA

Lokalizację zbiornika suchego Stara Woda warunkuje naturalne ukształtowanie terenu, a także zaprojektowane zapory ziemne usytuowane na jego obwodzie: zapora czołowa ograniczająca zbiornik od strony zachodniej (wzdłuż Kanału Młyńskiego), zapora górna – ograniczająca zbiornik od północnego wschodu (przy ujściu Kanału Granica) oraz boczna – w części południowo-wschodniej (w rejonie wsi Białków). Wszystkie zapory są usytuowane w obrębie istniejących dróg gruntowych i będą stanowiły ich korpusy wyniesione na minimum 0,7 m ponad maksymalny poziom piętrzenia (czyli jak dla wałów przeciwpowodziowych IV klasy).



### Rys. 2. Schemat zbiornika Stara Woda

Ze względu na wysokość piętrzenia  $2\text{m} < H = 2,25/5\text{ m}$  oraz pojemność zbiornika, a także w oparciu o *Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać obiekty budowlane...* przyjęto dla zapór IV klasę budowli. Rzędna terenu zapory czołowej

ustalono na poziomie 73,80 m n.p.m., a zapór górnej i bocznej na poziomie 73.70 m n.p.m. (tab. 1).

**Tab. 1. Parametry zapór w zbiorniku Stara Woda**

Nazwa	Zapora Czołowa	Zapora Górna	Zapora Boczna
Rzędna korony [m n.p.m.]	73,80	73,70	73,70
Szerokość korony [m]	6,0	2,0-5,0	4,0
Nachylenie skarp	1:3	1:3	1:3
Długość zapory [m]	1106	982	534
Wysokość ponad teren [m]	0,0-1,0	0,0-1,23	0,0-0,69
Stopień zagęszczenia $I_D$	>0,55	>0,55	>0,55
Wskaźnik zagęszczenia $I_S$	>0,95	>0,95	>0,95

Zbiornik Stara Woda będzie miał za zadanie okresowe gromadzenie części przepływów powodziowych rzeki Lubszy, a tym samym – zmniejszenie ilości wody wpływającej do Lubska.

Przy zaporze czołowej zaprojektowany został zbiornik stały, którego zadaniem będzie retencja wody do nawodnień przyległych użytków rolnych i rezerwa wody do ochrony przeciwpożarowej okolicznych lasów. Będzie on także wykorzystywany przez mieszkańców Lubska jako teren rekreacyjny. Wokół zbiornika wykonane zostaną ścieżki dydaktyczne, propagujące jego walory przyrodnicze oraz funkcję przeciwpowodziową.

Woda będzie doprowadzana do zbiornika:

- grawitacyjnie; sztucznym kanałem (doprowadzalnikiem), biorącym swój początek w km 0+250 rzeki Ług, rurociągiem grawitacyjnym z Kanału Młyńskiego (dla podtrzymania zwierciadła wody w stałej części zbiornika), a także
- mechanicznie, poprzez przepompownię odwadniającą teren położony powyżej zapory górnej.

## OCENA BEZPIECZEŃSTWA PRZECIWPOWODZIOWEGO MIASTA LUBSKA

W przekroju ujścia rzeki Ług do rzeki Lubszy powierzchnie zlewni obu rzek są porównywalne: zlewnia rzeki Lubszy wynosi 163,4 km<sup>2</sup>, a rzeki Ług 151,3 km<sup>2</sup>. Rzeka Ług uchodzi do Lubszy przed miastem Lubsko, które powinno być chronione wg II klasy, tj. na wody o prawdopodobieństwie  $p = 1\%$ .

W przypadku nałożenia się kulminacji obu rzek przepływy w przekroju miasta Lubsko wyniosą:

- przepływ miarodajny  $Q_{1\%} = 30 \text{ m}^3/\text{s}$ ,
- przepływ kontrolny  $Q_{0,3\%} = 35 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Maksymalna brzegowa przepustowość koryt rzeki Lubszy i Kanału Młyńskiego na odcinku miejskim wynosi 17,6 m<sup>3</sup>/s, w tym rzeki Lubszy 15,6 m<sup>3</sup>/s, a Kanału



Młyńskiego  $2 \text{ m}^3/\text{s}$ . Bezpieczna przepustowość tych koryt jest jeszcze mniejsza i wynosi łącznie  $13,4 \text{ m}^3/\text{s}$ . Miarodajny przepływ  $Q_{1\%}$  jest zatem większy o  $12,4 \text{ m}^3$  od maksymalnej przepustowości miejskich odcinków tych cieków, co oznacza, że w przypadku wystąpienia przepływów miarodajnych przepływ o wielkości  $12,4 \text{ m}^3/\text{s}$  wyleje się na teren miasta.

Aby go zredukować, planowano wykonanie powyżej miasta Lub ska kompleksu zbiorników retencyjnych, redukujących wezbrania na rzece Lub ska (zbiorniki: Świbna Jaryszów i Stara Woda) oraz na rzece Kurka (zbiornik Raszyn).

Do realizacji udało się wprowadzić jedynie zbiornik Stara Woda, który zredukuje przepływ maksymalny o około  $5,3 \text{ m}^3/\text{s}$ . Zatem zbiornik Stara Woda poprawi jedynie stopień bezpieczeństwa przeciwpowodziowego, redukując nadmierny przepływ przez miasto z  $12,4 \text{ m}^3/\text{s}$  do  $7,1 \text{ m}^3/\text{s}$ , natomiast nie uchroni on miasta przed częściowym zalaniem. Umiejętne sterowanie wypływem ze zbiornika może dodatkowo podnieść stopień bezpieczeństwa. Wymaga to jednak opracowania precyzyjnej instrukcji obsługi, opartej o pomiary wydatku urządzeń zrzutowych i analizę przepustowości koryt cieków na odcinku miejskim. Istnieje także możliwość inwestycyjnego zwiększenia przepustowości koryta Kanału Młyńskiego.

## ZBIORNIK STARA WODA

Podstawowe dane zbiornika Stara Woda zestawiono w tab. 2.

**Tab. 2. Charakterystyka zbiornika „Stara Woda”**

Nazwa zbiornika	Powierzchnia zbiornika [ha]	Pojemność zbiornika [tys. $\text{m}^3$ ]
Zbiornik stały przy rzędnej piętrzenia 72,50 m n.p.m.	7,2	144,0
Zbiornik stały przy max. rzędnej piętrzenia 73,00 m n.p.m.	8,2	182,0
Zbiornik suchy przy max. rzędnej piętrzenia 73,00 m n.p.m.	77,4	854,0
Zbiornik pompowy przy dopuszczalnym piętrzeniu 72,0 m n.p.m.	0,66	7,0

Przewidywana gospodarka wodna w zbiorniku będzie polegać na:

- podtrzymywaniu poziomu wody w zbiorniku stałym – poprzez grawitacyjny dopływ z Kanału Młyńskiego,
- zatrzymaniu wody w suchej części zbiornika – poprzez zamknięcie urządzeń zrzutowych,
- przepompowaniu wody z terenu wsi Stara Woda za pomocą pompowni odwadniającej,
- opróżnieniu zbiornika suchego po przejściu wezbrania na rzece Lub szy.

Doprowadzenie wody będzie odbywało się automatycznie, przy wystąpieniu przepływów w rzece Ług większych od  $Q_{50\%} = 30 \text{ m}^3/\text{s}$ . W km 0+250 rzeki Ług wykonany będzie przelew stały o rzędnej korony 74,15 m n.p.m. W ten sposób przepływ w rzece Ług  $Q_{1\%} = 11,55 \text{ m}^3/\text{s}$  będzie można zredukować poniżej przelewu



do wartości  $Q = 6,27 \text{ m}^3/\text{s}$ , a maksymalna wielkość przepływu w doprowadzalniku wyniesie  $Q = 5,28 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Woda z rzeki Ług dopłynie doprowadzalnikiem do koryta Kanału Granica, napęlni go, a następnie wypełni czaszę zbiornika do rzędnej 72,70 m n.p.m. (przy zamkniętej zaporze zrzutowej). Aby nie dopuścić do wypełnienia czaszy zbiornika przed nadejściem wód o  $p < 10\%$ , na przelewie do odprowadzalnika (Kanał Granica poniżej zbiornika) należałoby założyć szandory. Przy dalszym dopływie wody zacznie samoczynnie pracować upust (przelew) wieżowy, który będzie odprowadzać wodę Kanałem Granica do rzeki Lubszy. Przepustowość przelewu wieżowego i Kanału Granica poniżej zbiornika zapewni, że dopływ pełnym przekrojem doprowadzalnika spowoduje spiętrzenie wody w zbiorniku na rzędnej 73,00 m n.p.m., a po ustaniu dopływu wody doprowadzalnikiem, w zbiorniku będzie utrzymywane piętrzenie na rzędnej korony przelewu, tj. 72,70 m n.p.m.

Opróżnianie zbiornika rozpocznie się poprzez otwarcie zapory zrzutowej. Odpiływowy odcinek Kanału Granica pozwala na przepuszczanie przepływu o natężeniu  $5 \text{ m}^3/\text{s}$ , niemniej jednak wielkość zrzutu nie powinna przekraczać  $1,65 \text{ m}^3/\text{s}$ , co pozwoli opróżnić zbiornik suchy w przeciągu 145 godzin (6 dób).

Szczyt fali przy przepływie w rzece Ług o prawdopodobieństwie  $p = 20\%$  (raz na 5 lat) zostanie całkowicie zmagazynowany w zbiorniku i wypełni go w 62%. Woda o prawdopodobieństwie  $p = 10\%$  (raz na 10 lat) również zostanie zmagazynowana w zbiorniku i wypełni go w całości. Natomiast wezbrania o  $p < 10\%$  (częstsze niż 10 lat) będą się przelewały przez zbiornik, a nadmiar wody odpłynie ze zbiornika poprzez upust (przelew) wieżowy.

Badania wykazały, że w czasie całkowitego napełnienia zbiornika negatywne oddziaływanie zbiornika będzie miało miejsce na jego południowym obrzeżu, w rejonie wsi Białków, w obszarze o długości 1500 m i szerokości 50 m. W celu złagodzenia skutków tego oddziaływania w rejonie tym będzie wykonana zapora boczna.

Negatywne oddziaływanie piętrzenia po stronie północnej, tzn. przy drodze wojewódzkiej Lubsko – Nowogród Bobrzański, zaznaczy się na obszarze o długości około 400 m i szerokości 50-100. Będzie ono zneutralizowane rowem opaskowym i podniesieniem terenu wzdłuż drogi.

Podczas maksymalnego napełnienia uniemożliwiony będzie odpływ grawitacyjny z terenu wsi Stara Woda oraz okolicznych użytków rolnych o powierzchni około 20 ha. W tej sytuacji teren ten będzie odwadniany pompownią o wydajności  $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$ , zlokalizowaną w km 2+760 kanału Granica, tj. w zaporze górnej zbiornika. Z obiektem tym będzie współpracował zbiornik wyrównawczy o powierzchni 0,7 ha.

## LITERATURA

- BARTKOWSKI T., 1974: Budowa geologiczna obszarów zaburzonych glacitektonicznie. I Sympozjum Glacitektoniki. Zielona Góra.
- LEWICKI Z., PRZETOCKI M., WRÓBEL I., 1986: Czynniki wpływające na zmienność stosunków wodnych w aspekcie projektowania obiektów budowlanych. Zeszyty Naukowe WSInż. Zielona Góra.



*Urszula Kołodziejczyk, Sebastian Węclewski*  
Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski

## WYKORZYSTANIE WÓD POWIERZCHNIOWYCH DO REKULTYWACJI WYROBISK POKOPALNIANYCH NA PRZYKŁADZIE KOPALNI BERZDORF

### THE USE OF SURFACE WATER FOR THE REMEDIATION OF MINING EXCAVATIONS ON THE EXAMPLE OF MINE BERZDORF

**Słowa kluczowe:** rzeka, gospodarka wodna, rekultywacja, jezioro Berzdorf.

**Streszczenie:** Rekultywację wyrobiska po kopalni odkrywkowej Berzdorf (Niemcy) planuje się przeprowadzić poprzez zalewanie go wodami powierzchniowymi i utworzenie zbiornika wodnego o objętości 350 mln m<sup>3</sup>. Planowane działania mają charakter transgraniczny, bowiem w ich realizacji przewiduje się głównie wykorzystanie wód powierzchniowych z Nysy Łużyckiej. Istnieją obawy, że realizacja tego przedsięwzięcia znacznie ograniczy zasoby wodne rzeki oraz pogorszy stan wód podziemnych, co może mieć dalsze konsekwencje ekonomiczne i ekologiczne. Analiza przedstawiona w tym artykule wykazuje, że planowany pobór wody nie będzie miał wpływu na stan ujęć wód podziemnych usytuowanych w dolinie Nysy Łużyckiej, o ile zachowany zostanie wymagany przepływ nienaruszalny.

**Key words:** river, water management, land reclamation, Berzdorf lake.

**Summary:** The reclamation of excavation of former Berzdorf quarry (Germany) is planned by flooding it with superficial water and creating a water reservoir (350 million m<sup>3</sup>). Planned works have transborder character because of using water from border river Nysa Łużycka. There is some fears that realization of this undertaking will limit river's water supplies and will worse the quality of groundwaters, what can cause negative economic and ecological consequences. This article shows that the planned water recruitment will not have influence on state of groundwaters, if the unalterable water's flow of Nysa Łużycka river is protect.

## WSTĘP

Obszar pogórnicy Berzdorf znajduje się na terenie Saksonii (Niemcy), około 10 km na południe od Zgorzelca. Został on ukształtowany wskutek działalności górniczej związanej z wydobywaniem węgla brunatnego. Eksploatację zakończono tutaj w 1997 roku, wydobywając łącznie około 320 mln ton surowca. W wyniku wieloletniej

eksploatacji w rejonie Berzdorf powstało olbrzymie wyrobisko poeksploatacyjne, wymagające obecnie rekultywacji i prac prowadzących do odtworzenia środowiska naturalnego oraz krajobrazu.

Ramowy program rekultywacji, zgodny z niemieckimi wytycznymi w zakresie kształtowania krajobrazów pogórnich, obejmuje następujące zadania:

- demontaż zbędnych instalacji, urządzeń technologicznych oraz budynków i budowli,
- stabilizację systemu skarp wyrobiska oraz zabudowanie podpór nadkładu,
- ukształtowanie i renaturyzację powierzchni nadkładu i powierzchni skarp odkrywki,
- zalewanie wyrobiska wodą.

Kluczowym przedsięwzięciem planowanej rekultywacji jest projekt „Berzdorfer See” (tłum. jezioro Berzdorf), polegający na zalewaniu wyrobiska poeksploatacyjnego wodą i tym samym utworzeniu zbiornika wodnego przeznaczonego do celów gospodarczych i ochrony przeciwpowodziowej. Następstwem utworzenia zbiornika ma być odtworzenie systemu cieków wodnych, dzięki czemu w otoczeniu kopalni powstanie system wodny, w znacznym stopniu podlegający samoregulacji.

## CHARAKTERYSTYKA PROJEKTU „BERZDORFER SEE”

Projekt „Berzdorfer See” zakłada, iż w wyniku rekultywacji powstanie zbiornik wodny o następujących parametrach (rys. 1):

- objętość wody w zbiorniku 350 mln m<sup>3</sup>,
- powierzchnia zbiornika 950 ha,
- największa głębokość 70 m,
- poziom wody 186,0 m n.p.m.,
- maksymalny poziom wody 186,5 m n.p.m.,
- minimalny poziom wody 185,5 m n.p.m.

Zgodnie z projektem przedstawionym przez realizatora przedsięwzięcia (Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH - LMBV mbH), wody potrzebne do zalania wyrobiska ujmowane będą z rzeki Nysy Łużyckiej i rzeki Plisnitz – lewego dopływu Nysy oraz kilku mniejszych cieków. Zalewanie zbiornika ma trwać przez okres około 4-5 lat, w związku z czym dla uzyskania żądanej objętości (350 mln m<sup>3</sup>) należy doprowadzać do zbiornika łącznie 80 mln m<sup>3</sup> wody rocznie.

Budowle przerzutowe są zaprojektowane na maksymalną przepustowość rzędu:

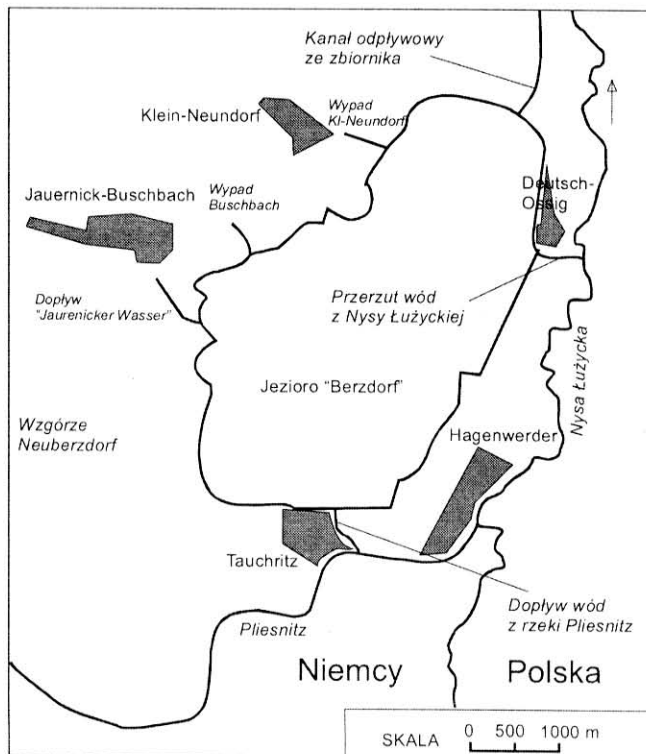
- pobór wody z Nysy Łużyckiej 10,0 m<sup>3</sup>/s (około 59,2 mln m<sup>3</sup> rocznie),
- pobór wody z Plisnitz 2,5 m<sup>3</sup>/s (około 18,6 mln m<sup>3</sup> rocznie),
- pobór z innych cieków 0,1 m<sup>3</sup>/s (około 3,5 mln m<sup>3</sup> rocznie).

Po napełnieniu wyrobiska przewiduje się likwidację ujęcia wody z Nysy Łużyckiej, a stały poziom wody w zbiorniku regulowany będzie przez przerzut wód z Plisnitz i pozostałych mniejszych cieków. Ilość wody potrzebna do dopełniania zbiornika w celu wyrównania strat na parowanie i utrzymania stałego zwierciadła wody



wahać się będzie od 0,84 mln m<sup>3</sup> – w średnim roku hydrologicznym do 2,57 mln m<sup>3</sup> – w roku suchym [Bobiński, 2001].

Pobór wód dla zbiornika Berzdorf zaplanowano w 161,2 km rzeki Nisy, w miejscowości Deutch-Ossig (rys. 1). W projekcie przewidziano również możliwość odprowadzania wód ze zbiornika Berzdorf do Nisy w przypadku zagrożenia powodziowego w jego zlewni. Wyptyw odbywać się będzie poprzez Kanał odpływowy o wydajności 2,0 m<sup>3</sup>/s (rys. 1).



Rys. 1. Schemat projektowanego jeziora Berzdorf

Istnieją również inne projekty wodno-gospodarcze, związane z rekultywacją terenów pokopalnianych na terenie wschodnich Niemiec, które zakładają pobór wód z Nisy Łużyckiej. Przykładem jest ujęcie zlokalizowane w km 110,0 rzeki, w miejscowości Steinbach, mające na celu przerzut wody do zlewni Sprewy i zatopienie łańcucha wyrobisk kopalni węgla brunatnego Spreetal. Ten projekt zakłada przerzut około 30 mln m<sup>3</sup> wody rocznie przez okres 20 lat.

W ramach opracowywania projektu rekultywacji wyrobiska Berzdorf zostały zbadane różne warianty wypełnienia i ukształtowania przyszłego jeziora Berzdorf,

instalacji doprowadzających wodę oraz ukształtowania odpływu wody ze zbiornika. Ich porównanie wykazało, że:

- nie jest możliwe – ze względów ekonomicznych, gospodarczych i środowiskowych – wypełnienie odkrywki materiałem stałym, bowiem trzeba byłoby nawet do odkrywki około 450 mln m<sup>3</sup> materiału wypełniającego, co wiązałoby się z koniecznością utworzenia nowych odkrywek,
- nie mają uzasadnienia warianty zakładające utrzymanie wyrobiska poeksploatacyjnego i nieograniczoną eksploatację urządzeń odwadniających.

Z projektu przedstawionego przez LMBV mbH wynika, że inwestor jest zainteresowany napełnieniem wyrobiska Berzdorf w możliwie krótkim czasie. Miałoby to pozytywne skutki dla całego obszaru, gdyż:

- ze względu na zachowanie bezpieczeństwa geotechnicznego w trakcie zalewania konieczne jest utrzymanie urządzeń odwadniających. Szybkie zalanie wyrobiska pozwoli zakończyć odwadnianie i przerwać ingerencję w stosunki wodne,
- szybkie zalanie niezbędne jest w celu zabezpieczenia stabilności skarp wykonanych na obszarze odkrywki. Każde opóźnienie zalewania wymagać będzie dodatkowych nakładów na zabezpieczenie skarp przed erozją,
- szybkie zalanie skróci ingerencję w środowisko w postaci poboru wody z Nysy, ograniczone więc będą do minimum skutki poboru wody dla znajdujących się w dolnym biegu Nysy elektrowni wodnych.

Zalanie wyrobiska w krótkim czasie, tzn. w ciągu 4-5 lat, z pominięciem przerrutu wód z Nysy Łużyckiej, jest praktycznie niemożliwe. Utworzenie jeziora z pominięciem wód Nysy Łużyckiej mogłoby mieć kilka alternatywnych rozwiązań, jednak zbyt rozciągniętych w czasie:

- zalewanie wodami tylko podziemnymi; proces taki trwałby około 50 lat, a jakość wody w zbiorniku nie pozwoliłaby na jej gospodarcze wykorzystanie, także do rekreacji,
- zalewanie odkrywki tylko wodami z rzeki Pliessnitz; czas trwania około 15 lat,
- zalewanie wodami z rzeki Pliessnitz oraz małych cieków; czas trwania 13,5 roku,
- wypełnienie odkrywki w ciągu np. 10 lat wodami z rzeki Pliessnitz oraz małych cieków wymagałoby dodatkowego przerrutu z Nysy blisko 11,5 mln m<sup>3</sup> wody rocznie.

## ODDZIAŁYWANIE INWESTYCJI NA ŚRODOWISKO

Studium oddziaływania na środowisko wykonane na zlecenie inwestora objęło obszary przyległe do zbiornika Berzdorf, w tym także część obszarów znajdujących się po stronie polskiej (344 ha). Autorzy tego opracowania rozpatrzyli wpływ planowanego przedsięwzięcia na następujące dobra chronione:



- grunt; w warunkach wody średniej, podczas maksymalnie dopuszczalnego poboru wody prognozowane jest obniżenie zwierciadła wody w Nysie w profilu wodowskazowym Görlitz wynoszące ok. 5 cm. Prognozowany zasięg możliwego obniżenia zwierciadła wód gruntowych osiągnie maksymalnie 10 cm po obu stronach Nysy. Oddziaływanie oceniono jako nieistotne,
- woda; po zakończeniu zalewania odtworzony zostanie funkcjonalny ekosystem dla wód powierzchniowych i gruntowych, a w rzekach wytworzą się stabilne warunki przepływu - efekt oceniany pozytywnie. Pobór wody z Nysy prowadzić będzie do naruszenia przepływów w dolnym biegu rzeki, a co za tym idzie - do naruszenia funkcji użytkowych (elektrownie wodne) i ekologicznych. Naruszenie funkcji użytkowych ocenia się jako znaczne oddziaływanie, a oddziaływanie na funkcje ekologiczne – jako nieznaczne. Zalewanie wyrobiska spowoduje przyspieszone podnoszenie poziomu wód gruntowych. To oddziaływanie ocenia się pozytywnie, biorąc pod uwagę odwodnienia wykonywane przez górnictwo. Prowadzi ono do stworzenia w dużym stopniu naturalnego i stabilnego bilansu wody gruntowej,
- klimat i powietrze; brak istotnych negatywnych oddziaływań. Pozytywnie ocenia się zmianę klimatu ze „skarpowego” na „jeziorny”,
- zwierzęta i rośliny; obniżenie zwierciadła wody w Nysie (5 cm) nie wpłynie negatywnie na przylegające biotopy w strefie brzegowej, nie przewiduje się też poważnych strat w zasobach zwierząt i roślin,
- krajobraz; rekultywacja spowoduje podniesienie wartości krajobrazu. Pozytywne skutki wizualne w połączeniu ze skutkami klimatycznymi spowodują rewaloryzację przydatności terenu dla rekreacji i wypoczynku,
- człowiek; to oddziaływanie uznano za istotne, powodujące kluczowy konflikt, ponieważ negatywne skutki dotkną przede wszystkim elektrownie wodne na Nysie Łużyckiej (ograniczenie mocy i produkcji). Zażegnanie tego konfliktu wymaga finansowego wyrównania strat. Według obliczeń sumaryczne zmniejszenie produkcji 8 polskich elektrowni wodnych w czasie 4-5-letniego okresu zalewania wynieść może ponad 3,5 mln kWh/rok. Mniejsza redukcja (około 60%) będzie po zalaniu odkrywki Berzdorf, gdy woda z Nysy przerzucana będzie tylko do Sprewy. Ponadto stwierdzono znikomy wpływ poboru wody na stan wody w Odrze, reżim wód gruntowych dopływających do rzeki, a także funkcjonowanie wodociągów w Görlitz i Zgorzelcu. Nie przewiduje się ograniczeń w użytkowaniu terenów rolniczych.

## JEZIORO BERZDORF A SPRAWA POLSKA

Działania prowadzone po stronie niemieckiej związane z rekultywacją wyrobisk po odkrywkowych kopalniach węgla nie pozostają bez związku z Polską. Największe zastrzeżenia, negatywne uwagi i kontrowersje opinii publicznej wywołują przedsięwzięcia związane z poborem wody z Nysy Łużyckiej. Przeciwnicy przedsięwzięcia argumentują, iż jego realizacja ograniczy drastycznie zasoby wodne rzeki, co będzie miało dalsze konsekwencje, zarówno ekonomiczne jak i ekologiczne.



Aby zmniejszyć do minimum negatywne skutki poboru i przerzutu wody do zbiornika Berzdorf, należy wodę z Nysy pobierać w takiej ilości, żeby zachować pewien nienaruszalny przepływ poniżej ujęcia przerzucanych wód. Przepływ taki gwarantowałby właściwe warunki dla rozwoju flory i fauny, a także prawidłowe funkcjonowanie elektrowni wodnych zlokalizowanych na Nysie poniżej ujęcia wód dla zbiornika. Istotą problemu jest jednak przyjęcie wielkości przepływu nienaruszalnego. Projekt zakłada utrzymanie przepływu nienaruszalnego w Nysie na poziomie  $12,0 \text{ m}^3/\text{s}$  w przekroju Deutsch-Ossig i  $10,0 \text{ m}^3/\text{s}$  w przekroju Steinbach.

Polsko-Niemiecka Komisja do spraw Wód Granicznych na posiedzeniu w czerwcu 2001 r. wyraziła pogląd, że niezbędne jest zachowanie przepływu granicznego na poziomie  $13,3 \text{ m}^3/\text{s}$  w 161,2 km rzeki. Taka wielkość stanowiłaby zabezpieczenie interesów wodno-gospodarczych, ochrony środowiska, a także interesów ekonomicznych elektrowni wodnych usytuowanych poniżej profilu pobory wody.

Według autorów Ilościowego i jakościowego bilansu wodno-gospodarczego Nysy Łużyckiej, wykonanego w Instytucie Meteorologii i Gospodarki Wodnej we Wrocławiu, zwierciadło wody w profilu punktu poboru wody dla jeziora Berzdorf obniży się maksymalnie 6 cm, natomiast w profilu poboru wody przerzucanej do Sprewy spadek ten wyniesie 10 cm. Z opracowania tego jednoznacznie wynika, że przy niewielkich obniżeniach stanu wody wahania zwierciadła wody podziemnej mieścić będą się w granicach wahań naturalnych. Planowane pobory wody nie będą miały więc wpływu na ujęcia wód podziemnych usytuowane w dolinie Nysy Łużyckiej [Kawicki, 2003].

Pomimo wiarygodnych wyników opracowania, wśród mieszkańców gmin nadnyskich pojawia się, często nieuzasadniona, obawa przed znacznym obniżeniem zwierciadła wody w studniach gospodarskich. Nastrój niezadowolenia polskich obywateli podsycony został dodatkowo wydaniem w Dreźnie w dniu 15.02.2002 r. decyzji w sprawie Jeziora Berzdorf, z pominięciem konsultacji z przedstawicielami strony polskiej w sprawie warunków poboru wody.

Sprawa ta pozostaje w dalszym ciągu nie rozstrzygnięta. W stanowisku strony polskiej [MŚ, Departament Zasobów Wodnych, 2003] przedstawionym przez Ministra Środowiska w dniu 23.07.2002 Ministrowi Środowiska i Rolnictwa Saksonii określono między innymi, że wyrażenie zgody na pobór wody będzie możliwe po podpisaniu umowy w sprawie wyrównania strat poniesionych przez polskie elektrownie, opracowaniu wspólnego monitoringu, uruchomionego przed poborem wody, który byłby podstawą do wykazania ewentualnych strat oraz po podjęciu odpowiedzialności odszkodowawczej z tytułu ewentualnych strat poniesionych przez stronę polską. Ponadto strona polska nie wyraża zgody na równoczesny pobór wody z Nysy w celu planowanych obydwu przedsięwzięć „Jezioro Berzdorf” oraz „Sprewa – Jezioro Bluoner”.

## PODSUMOWANIE

Przerzut wody z rzeki Pliessnitz do zbiornika Berzdorf rozpoczęto już listopadzie 2002 r., natomiast przerzut wód z Nysy miał rozpocząć się w momencie podniesienia



zwierciadła wody w zbiorniku o 10 m. Urządzenia do przepompowywania wody były gotowe już w maju 2003 r., lecz niskie stany wody na Nysie, a także nieosiągnięty jeszcze wówczas wymagany poziom 10 metrów w zbiorniku uniemożliwiały ich rozruch. Według informacji zamieszczanych na stronie internetowej firmy LMBV mbH, dopiero 18 lutego 2004 r., po uroczystym otwarciu instalacji, rozpoczęto przerzut wód z Nysy Łużyckiej do wyrobiska Berzdorf. Rozpoczęciu operacji sprzyjał wysoki stan wody w Nysie, zapewniający minimalny przepływ rzędu 13,3 m<sup>3</sup>/s poniżej profilu poboru wody, zgodny z postanowieniami Polsko-Niemieckiej Komisji do spraw Wód Granicznych.

Wydaje się, że sprawa ujmowania wody z Nysy Łużyckiej w celu zalania wyrobiska Berzdorf i utworzenia jeziora o tej samej nazwie została przesądzona. Mimo istniejących nieporozumień, wynikających raczej z błędów proceduralnych, obiektywna ocena całego przedsięwzięcia, biorąc pod uwagę szczególnie dobra ekologiczne, nie powinna pozostawać negatywna. Jednak odnośnie przerzutu wód z Nysy Łużyckiej do Sprewy należy podkreślić, przedsięwzięcie to jest nie tylko niezgodne z wymogami Ramowej Dyrektywy Wodnej Parlamentu Europejskiego z dnia 23.10.2000 r., ale może budzić poważne zastrzeżenia w kwestii ochrony zasobów środowiska i to nie tylko w obrębie granicy dwóch państw. Wspomniana Dyrektywa nie przewiduje bowiem przerzutów wody pomiędzy różnymi zlewiskami (Morza Bałtyckiego i Morza Północnego). Przemieszczanie wód pomiędzy różnymi zlewiskami, szczególnie w dłuższym okresie czasu (tu: planowane 20 lat), nie może pozostawać bez wpływu na zmiany bilansów wodnych tych zlewni, ze wszystkimi ich konsekwencjami, nawet o zasięgu globalnym.

Trzeba też pamiętać, że w niedalekiej perspektywie zarysowuje się konieczność zrehabilitowania wyrobisk węgla brunatnego w Zagłębiu Turoszowskim. Niewątpliwie do realizacji tego przedsięwzięcia także zechcemy wykorzystać wody Nysy Łużyckiej. Jednak będziemy bogatsi o doświadczenia zdobyte na zbiorniku Berzdorf.

## LITERATURA

- BOBIŃSKI E., 2001: Koreferat do opracowania firmy LMBV z 2000 r. dotyczący poboru wody z Nysy Łużyckiej.
- KAWICKI A., 2003: Postępowanie w sprawie oceny oddziaływania na środowisko w kontekście transgranicznym odnośnie planowanych przez stronę niemiecką przedsięwzięć „Jezioro Berzdorf” oraz „Sprewa i Jezioro Blunoe”. Problemy Ocen Środowiskowych, nr 1(20).
- Ministerstwo Środowiska, Departament Zasobów Wodnych: Aktualna współpraca na wodach granicznych. iska, 10.03.2003.
- Serwis prasowy firmy LMBV, <http://www.lbm.v.de>

**Agnieszka Kompala-Bąba, Agnieszka Błońska**

Department of Geobotany and Nature Protection, University of Silesia

**Wojciech Bąba**

Institute of Nature Conservation, Polish Academy of Science

## FOREST COMMUNITIES IN THE KUŹNICA WAREŻYŃSKA SAND-PIT

### ZESPOŁY LEŚNE PIASKOWNI KUŹNICA WAREŻYŃSKA

**Key words:** sand-pits, ecological reclamation, spontaneous succession, forest communities, numerical methods.

**Summary:** The forest communities, which developed on the reclaimed areas of the Kuźnica Wareżyńska sand-pit (Silesian Upland), approximate in reference to floristic composition *Quercus roboris-Pinetum*. It occurs from 14 to 45 species in patches. The participation of character species of the *Vaccinio-Piceetea* class is relatively low and species from other phytosociological units such as *Molinio-Arrhenatheretea* class appear more frequently and abundantly. The phytocoenoses show significant differentiation which reflects moisture and trophic conditions, so two subassociations were distinguished: wet *Quercus roboris-Pinetum molinietosum*, which is distinguished by wet meadow species, peat-bog plants and rush species and drier *Quercus roboris-Pinetum* typicum with the participation of psammophilous species of the *Koelerio-Corynephoretea* class. The method [Krzaklewski, 1999], including in reclamation works plant communities, which develop during natural succession, increases success for re-establishment of self-regulating ecosystems and let create mosaic of plant communities, sometimes very interesting from the scientific point of view and valuable for biodiversity conservation.

**Słowa kluczowe:** piaskownie, rekultywacja, metoda sukcesji kierowanej, zbiorowiska leśne, metody numeryczne.

**Streszczenie:** Fitocenozy leśne, które wykształciły się na objętych rekultywacją obszarach piaskowni Kuźnica Wareżyńska (Wyżyna Śląska) są zbliżone pod względem fytosocjologicznym do boru mieszanego *Quercus roboris-Pinetum*. Poszczególne płaty buduje od 14 do 45 gatunków. Udział gatunków charakterystycznych klasy *Vaccinio-Piceetea* jest stosunkowo niewielki, natomiast większe znaczenie mają gatunki przechodzące z innych klas zbiorowisk roślinnych. Płaty wykazują zróżnicowanie odzwierciedlające panujące warunki wilgotnościowe i troficzne, dzięki czemu możliwe było wydzielenie na tym terenie dwóch podzespołów: wilgotnego *Quercus roboris-Pinetum molinietosum*, którego fitocenozy wyróżniają gatunki wilgotnych łąk, torfowisk czy też zbiorowisk szuwarowych oraz suchszego z udziałem gatunków psammofilnych z



klasy *Koelerio-Corynephoretea*. Zastosowana na tym terenie obok całkowitego zalesiania, metoda sukcesji kierowanej [Krzaklewski i in. 1999], włączająca do procesu rekultywacji, zbiorowiska pochodzące z naturalnej sukcesji zwiększa szanse na odtworzenie się w pełni funkcjonalnych ekosystemów oraz pozwala na wytworzenie mozaiki zbiorowisk roślinnych często interesujących i wartościowych z punktu widzenia ochrony bioróżnorodności.

## INTRODUCTION

In the silesian voivodeship occur 5700 ha of lands which are classified as degraded or devastated [Ochrona Środowiska, 2003]. Some of them were created by open-cast mining which in this region was connected mainly with exploitation of coal-mine. According to Polish law [Forest land and farmland Act 3.02.1995, Environment Conservation Act of 27.04. 2001] disturbed lands should undergone reclamation works. The basis for reclamation of worked-out sand-pits are: a kind of habitat and its granulometric compositions, bottom's configuration and the depth of the ground water table [Greszta i Skawina, 1965]. The open-casts are reclaimed mainly for forest (3600 ha) or agriculture use (500 ha) or they are used as water reservoirs (3000 ha) [Krzaklewski, 2001]. There were carried out some investigations on the sand-pits dealing with succession of vegetation and trials for their habitat factors which should be taken into account during preparation and conducting reclamation [Paprzycki i Jaromin, 1956]. Some scientists started to apply method, which enables to include in reclamation works plant communities, which develop during natural succession [Krzaklewski, 1999, 2001].

## STUDY AREA

The „Kuznica Warężyńska” sand-pit is localised in the middle part of the Czarna Przemsza Valley in the Dąbrowska Basin (The Silesian Upland) [Gilewska, 1963]. It belongs to the eastern region of sand deposits' location in the Upper Silesian Industrial District [Polak i Staniek, 1966].

Before the exploitation started they had grown mainly coniferous forests, rarely oak-hornbeam forest and riverside carrs. Rushes, meadows and peat-bog communities developed in wet places [Aparta, 1984]. The ground water table was situated at a depth of 1 to 6.5 m. The area was covered mainly by podsolic, pseudopodsolic soils. In the river terrain's alluvial muck soil on peat soil, half-bog soils and alluvial soils occurred [Aparta, 1984].

The pit was founded in 1963 year and the mining works started in 1967 year. Now 870 ha of the „Kuznica Warężyńska” area are occupied by working and working-out open-casts. As a result of mining works changes were made to many components of the environment (water, land surface, soils, climate, fauna and flora) but also new habitats were created, where as a result of secondary succession spontaneous vegetation was established [Bąba et. al. 2003]. 132.02 ha of the open-casts were put into forest reclamation (tab. 1). The lands were divided into two categories: first one – where plant

communities developed during natural succession were incorporated into reclamation works and only supplementary afforestation and restocking should be made and the second category – which comprises lands prepared for artificial afforestation [Krzaklewski, 2000].

**Table 1. The potential forest habitats in the „Kuźnica Warężyńska” sand-pits (prepared at the basis of Krzaklewski et al., 1999 material)**

Categories	Granulometric composition	Depth of ground water	The potential forest habitat	Trees proposed for forestration
Category I	loose sandy soils	< 2 m, 100-200 cm, 50-100 cm, >50 cm	coniferous forests (Bs→ Bśw, Bw, Bb)	Ps, Bp, Qp., Qrub, Av, Ai
Category II	coarse sandy soils	100-200 cm, 50-100 cm, > 50 cm.	mixed coniferous forests (BMśw, BMw, BMb)	Ps, Qr, Qp, Av, Ain
Category III	medium sands with higher participation of silt and clay, loam soils, rarely silt loam	100-200cm, 50-100 cm, > 50cm	mixed forest (LMśw, LMw, LMb)	Ps, Pn, Le, Qr, Fe, Ap, Fs., Cb, Ag.

Abbreviations: Ag – *Alnus glutinosa*; An – *Alnus incana*, Av – *Alnus viridis*; Ap – *Acer platanoides*; Bp – *Betula pendula*; Cb – *Carpinus betulus*; Fe – *Fraxinus excelsior*; Fs – *Fagus sylvatica*; Ps – *Pinus sylvestris*; Qp – *Quercus petraea*, Qr – *Quercus robur*; Qrub – *Quercus rubra*; Bs – dry coniferous forest, Bśw – fresh coniferous forest; BMw – wet coniferous forest; BMb – peat-bog coniferous forest, LMśw – fresh mixed forest; LMw – wet mixed forest; LMb – peat-bog mixed forest; BMśw – fresh mixed coniferous forest; BMw – wet mixed coniferous forest; BMb – peat-bog mixed coniferous forest

The aim of this paper is to show the floristic composition and differentiation of forest plant communities that develop in the „Kuźnica Warężyńska” sand-pit.

## METHODS

The field investigations in the „Kuźnica Warężyńska” sandpit have been performed during 1996-2003. There were made 225 phytosociological relevés, 18 of them, which represent the forest communities, were used for the purpose of this work.

The relevés were ordinated along the first two axes of environmental gradients with the use of Principal Component Analysis [PCA, Gauch, 1986]. A CANOCO package was used [Jongman et. al., 1995]. Only species which fit at least to 5% of explained variance were taken into analysis.

Then the relevés were classified using the numerical approach (Ward's method and Manhattan city block distance) with the STATISTICA package and the results of classification were imposed upon the ordination diagram. Prior the analysis the cover/abundance data were log-transformed. Additionally to show the full floristic differentiation of the forest community the phytosociological table was constructed according to the above-mentioned classification.



In order to identify the environmental gradients explained by the PCA axes, the eigenvalues were correlated with the mean L, F, R and N Ellenberg's indicator values for relevés based on the binary data. Additionally, to characterize the floristic differentiation of the communities, the correlation between the PCA axes and the number and percentage cover of xerothermic species (*Festuco-Brometea*), meadow (*Molinio-Arrhenatheretea*), peat-bog (*Scheuchzerio-Caricetea nigrae*) and woodland species (*Vaccinio-Piceetea*) species were calculated [Dzwonko i Loster, 1990].

## RESULTS AND DISCUSSION

The forest phytocoenoses, which occur in the sand-pit area, approximate pine-oak forest *Quercus roboris-Pinetum*, which represents *Dicrano-Pinion* alliance, *Piceetalia abietis* order and *Vaccinio-Piceetea* class [Matuszkiewicz, 2002].

This community is strongly differentiated in reference to floristic composition. It occurs from 14 to 45 species in patches. However only few of them occur more frequently or reach higher values of cover. The cover of the herb layer varies from 15% to 80%. The percentage participation of mosses reaches from 5 to 65% in patches.

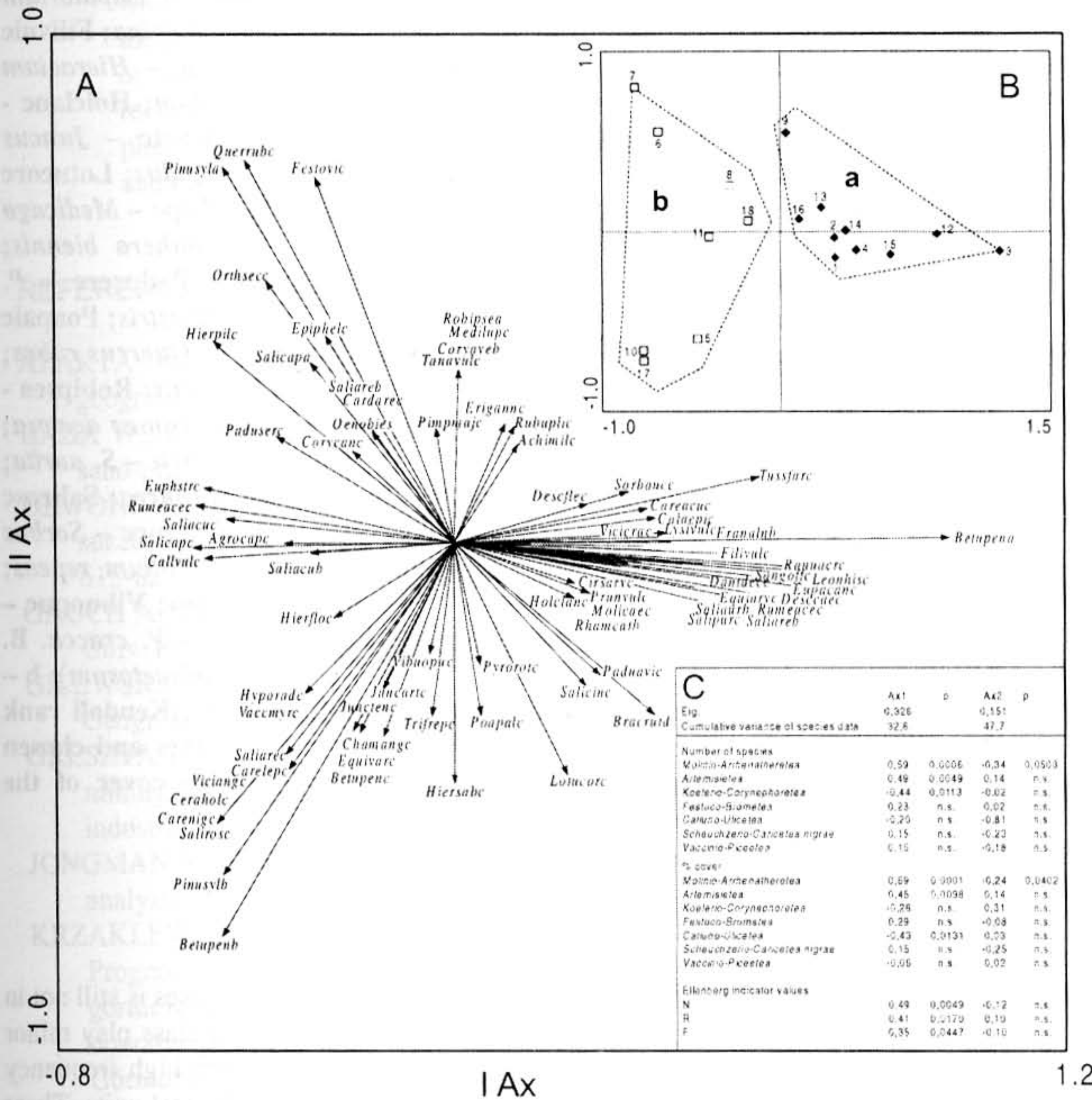
The tree stand is two-layered. Apart from *Pinus sylvestris* and *Betula pendula* such trees as: *Populus tremula*, *Robinia pseudacacia* build it. In the shrub layer appear species, which occur in the tree layer and some species from *Salix* genus (*Salix acutifolia*, *S. caprea*, *S. pentandra*, *S. purpurea*). It should be emphasized that character species of the *Vaccinio-Piceetea* class are uncommon and in most cases reach low values of cover.

The collected material is not homogenous, however, the I RDA ( $\lambda_1 = 0.326$ ) axis arrange relevés in accordance with gradient, which is marked by trophy (N) and soils' reaction (R) indices (Fig. 1C). It is also positively correlated with number and abundance of meadow species from *Molinio-Arrhenatheretea* class and ruderal species from *Artemisietea* class and negatively with number of psammophilous species from *Koelerio-Corynephoretea* class. This enabled us to distinguish: (a) wet subassociation *Quercus roboris-Pinetum molinietosum* because of occurrence in the floristic composition of phytocoenoses wet meadow species from the *Molinietalia* order (*Molinia caerulea*, *Lysimachia vulgaris*), peat-bog species and rush plant from the *Phragmitetea* class and (b) typical subassociation, which is positively distinguished by psammophilous species from *Koelerio-Corynephoretea* class (Fig. 1A, B). The II RDA ( $\lambda_2 = 0.151$ ) axis is strongly negatively correlated with the number of heath and pasture species from *Calluno-Ulicetea* class. In minor degree some negative correlation occurs with the number and abundance of meadow species. However, these correlations are not statistically significant and importance of the second axis to the variance explained is low (Fig. 1C). The most striking feature is that the character species of peat-bogs and coniferous forest are not associated with any of the distinguished groups (Fig. 1C).

Such features as: high level of water table, abundance of water in Mg, Ca ions and occurrence of well-developed peat-bog communities in the vicinity of sand-pit areas are probably responsibly for creation of proper habitats for development of peat-bog communities [Krzaklewski, 2000]. The character species of peat-bog can be also found



in species composition of many non-forest communities which were recorded on the sand-pits area [Bąba et al. 2003].



**Fig. 1.** RDA ordination of the forest community in the “Kuźnica Warężyńska” sandpit. A. species - abbreviations (first 4 letters - names of genus; further 3 – names of species, the last one the layer of species occurrence): Achimilc - *Achillea millefolium*; Agrocapc - *Agrostis capillaris*; Betupen - *Betula pendula*; Bracrutd - *Brachythecium rutabulum*; Calaepic - *Calamagrostis epigejos*; Callvulc - *Calluna vulgaris*; Cardarec - *Cardaminopsis arenosa*; Careacuc - *Carex acutiformis*; Carelepc – *C. lepidocarpa*; Carenigc – *C. nigra*; Ceraholc - *Cerastium holosteoides*; Chamange - *Chamaenerion angustifolium*; Cirsarvc - *Cirsium arvense*; Coryaveb - *Corylus avellana*; Corycanc - *Corynephorus canescens*; Dantdec - *Danthonia decumbens*;



*Dianthus carthusianorum*, *Dianthus deltoides*, *Epipactis atrorubens*, *E. helleborine*, *Frangula alnus*, *Listera ovata*, *Malaxis monophyllos*.

4. The method of directed vegetation succession, which includes in reclamation works plant communities that develop during natural succession let facilitate the process of restoration of the disturbed land to some kind of productive use or socially acceptable conditions and can significantly lower costs of reclamation comparing to engineered restoration. It lets develop in a given site plant communities which are the best adjust to the environmental conditions and ecosystems which are self-regulatory.

## REFERENCES

- APARTA M., 1984: Wpływ eksploatacji piasku podsadzkowego na środowisko geograficzne doliny Czarnej Przemszy. *Geographia et Dissertationes* 8, 35-47.
- BĄBA W., KOMPAŁA A., BŁOŃSKA A., 2003: The spontaneous vegetation of the sand-pits (in press).
- DZWONKO Z., LOSTER S., 1990: Vegetation differentiation and secondary succession on a limestone hill in southern Poland. *Journal of Vegetation Science* 1, 615-622.
- GAUCH A. G., 1986: Multivariate analysis in community ecology. 298 pp. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- GILEWSKA S., 1963: Rzeźba progów środkowotriasowych w okolicy Będzina. *Prace Geogr. IG PAN*, 44, PWN, Warszawa.
- GRESZTA J., SKAWINA T., 1965: Fundamentals of classification of stowing sand mining workings for reclamation purposes. Symposium on the reclamation of post-industrial lands. Polish Academy of Sciences. Bulletin 5, 87-94.
- JONGMAN R. H. G., TER BRAAK C. J. F. & VAN TONGEREN O. F. R., 1995: Data analysis in community and landscape ecology. Pudoc, Wageningen.
- KRZAKLEWSKI W., BARSZCZ J., WĘŻYK P., MAŁEK S., PAJĄK M., 1999: Prognoza kształtowania się potencjalnych siedlisk leśnych na obszarze wyrobiska górniczego Kopalni Piasku "Kuźnica Warężyńska" S.A. w Dąbrowie Górniczej na obszarze Nadleśnictwa Siewierz, p. 31. Międzynarodowa Konferencja Naukowa Górnictwo Odkrywkowe – Środowisko – Rekultywacja ze szczególnym uwzględnieniem KWB "Bełchatów". Cz. I. p. 33.
- KRZAKLEWSKI W., 1999: Metoda rekultywacji leśnej starych wyrobisk popiaskowych z wykorzystaniem wtórnych fitocenoz. Cz. I. Ibid. 33.
- KRZAKLEWSKI W. (kier. zesp.), 2000: Projekt techniczny rekultywacji leśnej części wyrobiska górniczego Kopalni Piasku „Kuźnica Warężyńska” S. A., Kraków.
- KRZAKLEWSKI W., 2001: Rekultywacja obszarów pogórniczych i przemysłowych (II). *Aura* 10, 13-15.
- MATUSZKIEWICZ J. M., 2002: Zespoły leśne Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, pp. 358.
- Ochrona Środowiska 2003: Informacje i opracowania statystyczne. Główny Urząd Statystyczny. Warszawa.

Desccaec - *Deschampsia caespitosa*; Descflec - *D. flexuosa*; Epiphele - *Epipactis helleborine*; Equiarvc - *Equisetum arvense*; Equivarc - *E. variegatum*; Erigannc - *Erigeron annuus*; Eupacanc - *Eupatorium cannabinum*; Euphstrec - *Euphrasia stricta*; Festovic - *Festuca ovina*; Filivulc - *Filipendula vulgaris*; Franaln - *Frangula alnus*; Hierfloc - *Hieracium floribundum*; Hierpilc - *H. pilosella*; Hiersabc - *H. sabaudum*; Holclanc - *Holcus lanatus*; Hyporadc - *Hypochoeris radicata*; Juncartc - *Juncus articulatus*; Junctenc - *J. tenuis*; Leonhisc - *Leontodon hispidus*; Lotucorc - *Lotus corniculatus*; Lysivulc - *Lysimachia vulgaris*; Medilupc - *Medicago lupulina*; Molicaec - *Molinia caerulea*; Oenobies. - *Oenothera biennis*; Orthsecc - *Orthilia secunda*; Paduavic - *Padus avium*; Paduserc - *P. serotina*; Pimpmajc - *Pimpinella major*; Pinusyla - *Pinus sylvestris*; Poapalc - *Poa palustris*; Pyrrotrc - *Pyrola rotundifolia*; Querrubc - *Quercus rubra*; Ranuacrc - *Ranunculus acris*; Rhamcatb - *Rhamnus catharticus*; Robipsea - *Robinia pseudacacia*; Rubuplic - *R. plicatus*; Rumeacec - *Rumex acetosa*; Rumeacec - *R. acetosella*; Saliacub - *Salix acutifolia*; Saliaurb - *S. aurita*; Salicapb - *S. caprea*; Salicinc - *S. cinerea*; Salipurb - *S. purpurea*; Salirosc - *S. rosmarinifolia*; Sangoffc - *Sanguisorba officinalis*; Sorbaucc - *Sorbus aucuparia*; Tanavulc - *Tanacetum vulgare*; Trifrepc - *Trifolium repens*; Tussfarc - *Tussilago farfara*; Vaccmyrc - *Vaccinium myrtillus*; Vibuopec - *Viburnum opulus*; Viciange - *Vicia angustifolia*; Vicicrac - *V. cracca*. B. Relevés: a - wet subassociation (*Quercus roboris*-*Pinetum molinietosum*); b - typical subassociation (*Quercus roboris*-*Pinetum typicum*). C. Kendall rank correlation between the eigenvalues of the first two RDA axes and chosen Ellenberg's indicator values and number and percentage cover of the species from selected syntaxonomical units

## CONCLUSIONS

1. The floristic composition of the investigated forest phytocoenoses is still not fully developed. The character species of *Vaccinio-Piceetea* class play minor role. Many occasionals can be found in their patches or with high frequency and abundance occur character species of other phytosociological units. There occur also some alien species, which were introduced during reclamation work. It is probably connected with unfinished reclamation works, short time of reclamation and unstable water regime.
2. The multidirectional reclamation conducted on the „Kuźnica Warężyńska” sand-pit and saving of plant communities which develop spontaneously cause that forest phytocoenoses create mosaic with water, rush, meadow, peat-bog and ruderal plant communities what significantly increases the biodiversity of this site [Bąba et. al., 2003].
3. There were found in forest communities some species which are under law protection in Poland such as: *Centaurea erythraea* subsp. *erythraea*,



- PAPRZYCKI E., JAROMIN L., 1956: Podsumowanie wyników badania prób zalesienia piaskowni. Kom. dla spraw GOP-u, PAN Biul. 1, 7-48.
- POLAK T., STANIEK F., 1966: Występowanie złóż piasku podsadzkowego w rejonie Górnośląskiego Zagłębia Węglowego i jego rola w polskim górnictwie. Zeszyty Naukowe Akademii Górniczo-Hutniczej 139, 325-333.

*Wojciech Kozieja, Jarosław Gniazdowski*

Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa, Lubuski Oddział Regionalny w Zielonej Górze

## **PRZESTRZEGANIE WYBRANYCH ELEMENTÓW ZWYKŁEJ DOBREJ PRAKTYKI ROLNICZEJ W GOSPODARSTWACH ROLNYCH W KOTLINIE KARGOWSKIEJ NA PRZYKŁADZIE GMINY BOJADŁA (OBSZAR ONW) I TRZEBIECHÓW POSIADAJĄCYCH MIN. 2 DJP**

### **APPLICATION OF CHOSEN ELEMENTS OF GOOD AGRICULTURE PRACTICE IN KARGOWA VALLEY EXAMPLED BY OVER 2 DJP FARMS IN PARISHES BOJADŁA (ONW AREA) AN TRZEBIECHÓW**

**Słowa kluczowe:** Zwykła Dobra Praktyka Rolnicza, nawozy organiczne.

**Streszczenie:** Coraz powszechniejszy staje się pogląd, że szczególna odpowiedzialność za ochronę środowiska przypada rolnictwu, które użytkuje około 60% ogólnej powierzchni kraju, a poprzez działalność produkcyjną wpływa w znacznym stopniu na zmiany właściwości wody [Greinert, 1983], gleby, powietrza, oraz przyczynia się do zmian bioróżnorodności środowiska. W budowaniu tej świadomości w obszarze rolnictwa ma pomóc Kodeks Zwykłej Dobrej Praktyki Rolniczej, który informując co jest dozwolone lub zabronione zapobiega popełnianiu wykroczeń, kształtuje właściwą postawę rolników wobec obowiązującego prawa oraz uczy jak ograniczać ujemne oddziaływanie rolnictwa na środowisko. Autorzy w prezentowanej pracy omawiają niektóre elementy Zwykłej Dobrej Praktyki Rolniczej (ZDPR) dotyczącej przechowywania oraz aplikacji nawozów organicznych (obornika, gnojowicy). Zwracają również uwagę na sposób użytkowania gruntów i strukturę zasiewów, będącą w bezpośrednim związku z prawidłowym zagospodarowaniem nawozów. W artykule przedstawiają stan obecny wykorzystania nawozów organicznych w wizytowanych gospodarstwach rolnych w gminach Bojadła i Trzebiechów. Przeprowadzone badania wykazały, że stosowanie zasad ZDPR przez rolników w znacznym stopniu odbiega od stawianych wobec nich oczekiwań.

**Key words:** Good Agriculture Practice, organic fertilizers.

**Summary:** It is becoming a popular opinion that agriculture bears particular responsibility for protection of the environment. Agriculture covers circa 60% of the country area and through the processes of production it influences seriously the quality of water, soil and air as well as the changes in biological heterogeneity of the environment. The Code of Good Agriculture Practice was designed to help create the awareness of this responsibility by providing information of what is allowed and what is not, and thus to prevent offences, propagate correct attitude



towards the law among farmers and teach how to reduce negative influence of agriculture over the environment. The authors discuss chosen elements of Good Agriculture Practice concerning storage and application of organic fertilizers (stable and liquid manure). They also point out at methods of soil exploitation and sowing structure, both of which are directly related to proper use of fertilizers. The article presents actual state of the use of organic fertilizers in inspected agricultural farms in parishes Bojadła and Trzebiechów. Inspections revealed that application of Good Agriculture Practice differs considerably from what is expected.

## WSTĘP

Zakres Zwykłej Dobrej Praktyki Rolniczej jest określony w rozporządzeniu Rady Ministrów będącym aktem wykonawczym do ustawy o wspieraniu rozwoju obszarów wiejskich ze środków pochodzących z Sekcji Gwarancji Europejskiego Funduszu Orientacji i Gwarancji Rolnej oraz o zmianie innych ustaw, które zaczną obowiązywać po wejściu Polski do Unii Europejskiej.

Zdecydowana większość wymogów ZDPR wynika z następujących ustaw i rozporządzeń:

- Ustawa Prawo Wodne z 18 lipca 2001 r. (DzU z 2001 r., nr 115, poz. 1229);
- Ustawa o nawozach i nawożeniu z dnia 26 lipca 2000 r. (DzU z 2000 r., nr 89, poz. 991);
- Ustawa o ochronie roślin uprawnych z dnia 12 lipca 1995 r. (tj. DzU z 2001 r. nr 171, poz. 1398);
- Ustawa o ochronie przyrody z dnia 16 października 1991 r. (DzU z 2001 r. nr 99, poz. 1079);
- Ustawa o odpadach z 27 kwietnia 2001 r. (DzU z 2001 r., Nr 62, poz. 628);
- Ustawa o ochronie gruntów rolnych i leśnych z dnia 3 lutego 1995 r.;
- Ustawa o utrzymaniu czystości i porządku w gminach z 13 września 1996 r. (DzU z 1996 r. nr 132, poz. 622);
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 grudnia 2002 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać programy działań mających na celu ograniczenie odpływu azotu ze źródeł rolniczych (DzU z 2003 r. nr 4, poz. 44);
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 grudnia 2002 r. w sprawie kryteriów wyznaczania wód wrażliwych na zanieczyszczenie związkami azotu ze źródeł rolniczych (DzU z 2002 r. nr 241, poz. 2093);
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i RW z dnia 1 czerwca 2001 r. w sprawie szczegółowego sposobu stosowania nawozów oraz prowadzenia szkoleń z zakresu ich stosowania (DzU z 2001 r. nr 60, poz. 616);
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 sierpnia 2002 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych (DzU z 2002 r. nr 134, poz. 1140).

ZDPR jest przedmiotem tzw. kontroli na miejscu, w gospodarstwie rolnym. Organem kontrolującym ZDPR jest Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa (ARiMR), która jest agencją płatniczą w ramach programu „Plan Rozwoju Obszarów Wiejskich” (PROW). Jedną z funkcji Agencji jest wykonywanie kontroli w celu monitorowania realizacji zobowiązań przyjętych przez rolnika wynikających z ubiegania się o płatności z funduszy unijnych. ARiMR jest zobowiązana do powiadomienia odpowiednich organów w sytuacji stwierdzenia łamania prawa podczas wykonywania kontroli w gospodarstwie.

Do składania wniosków o dopłaty będą uprawnione wszystkie gospodarstwa powyżej 1 ha użytków rolnych. Większe z nich, dysponujące większą obsadą zwierząt (np. pow. 50 szt bydła), w znacznym stopniu poprawiły już warunki przechowywania nawozów organicznych pochodzących z własnej produkcji zwierzęcej, budując prawidłowe płyty obornikowe czy zbiorniki na gnojowicę. Niestety „małe” gospodarstwa, których kondycja ekonomiczna nie pozwoliła na skorzystanie z programów pomocowych, w znacznej części nie są dostosowane do prawidłowego funkcjonowania.

Celem niniejszej pracy jest określenie warunków zagospodarowania nawozów naturalnych, w oparciu o strukturę zasiewów, właściwą obsadę SD/haUR, warunki przechowywania nawozów w małych gospodarstwach rolnych.

## MATERIAŁY I METODY

Badania przeprowadzono w okresie od 3.11.2002 do 14.04.2004 r. W tym celu posłużono się ankietą, której zadaniem była odpowiedź na następujące pytania:

- jaka jest ilość trzymanego w gospodarstwie bydła i trzody chlewnej,
- ilość użytków rolnych w gospodarstwie i jego struktura,
- sposoby przechowywania obornika i gnojowicy, jak również termin aplikacji do gruntu.

Do badań wybrano wszystkie gospodarstwa rolne z gminy Bojadła i Trzebiechów, które utrzymują minimum 2DJP. Ankietę wypełniono w trakcie wizytacji terenowej przeprowadzonej przez pracowników ARiMR, kontrolującej przestrzeganie zasad Dobrej Praktyki Rolniczej. Posłużono się także bazą danych Zintegrowanego Systemu Zarządzania i Kontroli, znajdującej się w zasobach własnych LOR ARiMR w Zielonej Górze.

## WYNIKI BADAŃ

W tabeli 1 przedstawiono zebrany materiał, w którym obsada zwierząt została przeliczona na Duże Jednostki Przeliczeniowe (DJP). Pozwoli to w dalszej części pracy odnieść oceny zgodności stanu obecnego z elementami Zwyczajnej Dobrej Praktyki Rolniczej.



Tab. 1 Zestawienie wizytowanych gospodarstw w Kotlinie Kargowskiej

Lp.	Numer gospodarstwa	Liczba (sztuki)		Ilość UR gospodarstwa	Obornik (sposób przechowywania)	Gnojowica (sposób przechowywania)	Obornik (stosowanie)	Nieczytki	Struktura zasiewów
		bydło DJP	trzoda Chlew. na DJP						
1	1	–	23,2	31	Składowany na płycie obornikowej	Szambo	Pod zboża -jesień	Łąki (5 ha)	Zboża - 80%
2	2	–	6,0	10	Pryzmowany na polu	Szambo	j.w.	Brak	Zboża - 90% Ziemniaki
3	3	–	5,6	15,6	Pryzmowany na polu	Wywóz bezpośredni o na pole	j.w.	25 arów	Zboża - 80%
4	4	–	7,0	17,24	Pryzmowany na polu	Szambo	j.w.	Nie ma	Zboża - 70% Ziemniaki
5	5	–	3,0	14	Składowany na płycie obornikowej	Szambo	j.w.	Las	Zboża - 90%
6	6	–	16,0	10	Pryzmowanie na polu	Szambo	Jesienią	Nie ma	Zboża - 80% Buraki cukrowe
7	7	–	4,0	27	Pryzmowany na polu	Szambo	j.w.	Brak	Zboża - 80%
8	8	69	8,4	118	Składowany na płycie obornikowej	Szambo	j.w.	Piaski, mokradła	Zboża - 80% Buraki cukrowe Ziemniaki
9	*9	43	-	50	Pryzmowany na polu	Szambo	Jesienią pod zboża i buraki	Piaski	Zboża - 60% Buraki Ziemniaki
10	*10	23	1,6	17,15	Pryzmowany na polu	Szambo	Jesienią pod zboża i okopowe	Zadrzewienia i zakrzaczenia	Zboża - 80% Motylkowe Ziemniaki
11	*11	12	–	8	Pryzmowany na polu	Szambo	Jesienią pod zboża i ziemniaki	Brak	Zboża - 90% Ziemniaki
12	*12	5	–	26	Pryzmowany na polu	Szambo	jw.	20 arów piaski	Zboża - 80% Ziemniaki
13	*13	2	12,0	13	Pryzmowany na polu	Szambo	jw.	Brak	Zboża - 80% Ziemniaki
	Śred.	12	6,6	27,46	x	x	x	x	x

\* gospodarstwa znajdujące się na obszarze ONW w Kotlinie Kargowskiej (Gmina Trzebiechów)



Bydło było utrzymywane w 7 gospodarstwach, przy obsadzie od 2 DJP do 69 DJP, natomiast średnia ilość DJP w ankietowanych gospodarstwach wynosi 12 DJP. Żywiec wieprzowy produkowany jest w 7 gospodarstwach typowo „trzodowych” utrzymujących od 3 do 23,2 DJP. W 3 gospodarstwach o produkcji mieszanej znajdowało się od 1,6 do 12 DJP trzody. Mamy tu więc do czynienia z małymi i średnimi gospodarstwami produkcji zwierzęcej.

Na uwagę zasługuje fakt, że tylko 3 gospodarstwa na 13 posiadały wymaganą płytę gnojową. Pozostałe gospodarstwa składowały obornik na polu przeznaczonym do nawożenia. Wywóz z gospodarstw następował raz w tygodniu. Jedynie w 4 przypadkach obornik był przyzmulany w jednym miejscu na polu. W żadnym przypadku nie stosowano metody kompostowania obornika przez okres co najmniej 6 miesięcy [Dauer, 2003]. Najczęściej dobry dojazd do pola wyznaczał miejsce składowania.

Interesujące jest, że większość gospodarstw aplikuje obornik pod zboża, raz do roku wczesną jesienią. Jak podaje Dauer [2003] praktyka taka jest niewłaściwa.

Również gospodarka gnojowicą prowadzona jest we wszystkich gospodarstwach w niewłaściwy sposób, w tym w jednym przypadku wywozi się ją na bieżąco bezpośrednio na pole. Powszechną metodą jest rozlewanie gnojowicy na ściernisko, ewentualnie po orce zimowej i mieszanie jej z glebą dopiero w czasie uprawek późniejszych lub nawet przy zespole uprawek przedsięwziętych.

Zbiorniki (szamba) nie mają wymagającej objętości do zgromadzenia 6 miesięcznej produkcji tego nawozu. Stanowią również w większości przypadków zbiornik dla odpadów bytowych (fekalia, detergenty) z gospodarstwa. Praktyka taka jest niezgodna z dobrze pojętą gospodarką nawozową i rodzi niebezpieczne skutki dla środowiska [Dauer, 2003].

W płodozmianie stosowanym przez gospodarstwa tylko w jednym przypadku zachowany jest normatyw unijny tj. 60% zasiewu zbóż [Dauer, 2003]. W pozostałych gospodarstwach stosunek ten znacznie przekracza 80%.

Normy unijne zastrzegają sobie górną granicę obsady DJP na poziomie 1,5 DJP/ha UR. Z przedstawionej analizy w powyższej tabeli (tab. 2) wynika, że średnia obsada Dużych Jednostek Przeliczeniowych w ankietowanych gospodarstwach wynosi 0,67 DJP/ha UR. Tylko w gospodarstwie nr 6 wskaźnik ten przekroczył wartość graniczną. Natomiast w gospodarstwach nr 10, 11 zbliża się do tej wartości. Są to gospodarstwa, które znajdują się w obszarze objętym dodatkowymi dopłatami w ramach Obszarów o Niekorzystnych Warunkach Gospodarowania (ONW).

Wartości te świadczą o dużej koncentracji zwierząt w stosunku do posiadanych UR przez gospodarstwo. Stan taki jednoznacznie będzie determinował w przyszłości możliwości powiększenia stanu pogłowia gospodarstwa bez wzrostu powierzchni UR.

W tabeli 3 zestawiono ilości zwierząt w poszczególnych grupach wiekowych w badanych gminach. Wartości podane są w ilościach rzeczywistych i przeliczonych na Duże Jednostki Przeliczeniowe. Z porównania widać, że jeśli chodzi o produkcję bydła, to w obu gminach stan zwierząt jest na podobnym poziomie i wynosi odpowiednio 203 DJP dla gminy Trzebiechów oraz 202 DJP dla gminy Bojadła. Różnice występują natomiast w porównaniu obu gmin pod względem liczby świń. W tym wypadku w



gminie Trzebiechów jest o prawie 58 DJP trzody chlewnej więcej w stosunku do drugiej badanej gminy.

**Tab. 2. Liczba DJP na ha w ankietowanych gospodarstwach**

L.p.	Numer gospodarstwa	Liczba DJP (bydło)	Liczba DJP (trzoda)	Suma DJP w gospodarstwie	Ilość UR w gospodarstwie	Średnio DJP/ha UR w gospodarstwie
1	1	-	23,2	23,2	31,0	0,74
2	2	-	6,0	6,0	10,0	0,60
3	3	-	5,6	5,6	15,6	0,35
4	4	-	7,0	7,0	17,24	0,40
5	5	-	3,0	3,0	14,0	0,21
6	6	-	16,0	16,0	10,0	1,60
7	7	-	4,0	4,0	27,0	0,14
8	8	69,0	8,4	77,40	118,0	0,65
9	9*	43,0	-	43,0	50,0	0,86
10	10*	23,0	1,6	24,6	17,15	1,43
11	11*	12,0	-	12,0	8,0	1,50
12	12*	5,0	-	5,0	26,0	0,19
13	13*	2,0	12,0	14,0	13,0	1,07
	Średnio	25,66	8,68	18,52	27,46	0,67

\* gospodarstwa znajdujące się na obszarze ONW w Kotlinie Kargowskiej (Gmina Trzebiechów)

**Tab. 3 Stan pogłowia bydła i trzody chlewnej w badanych gminach (na podstawie danych ARiMR)**

Grupa zwierząt	Współczynnik przeliczeniowy	Trzebiechów		Bojadła	
		sztuka fizyczna	DJP (SO)	sztuka fizyczna	DJP (SO)
Bydło pow. 2 lat (krowy i jałówki cielne)	1	118	118	131	131
Młode bydło w wieku 1-2 lata	0,8	74	59,2	58	46,4
Ciełeta poniżej 1 roku	0,3	86	25,8	82	24,6
<b>Suma</b>		<b>278</b>	<b>203</b>	<b>271</b>	<b>202</b>
Prosięta poniżej 6 m-cy	0,02	740	14,80	756	15,12
Warchlaki od 3 do 6m-cy	0,1	723	72,30	583	58,30
Lochy na chów 6-m-cy i starsze	0,3	240	72,00	240	72,00
Knury i knurki hodowl. pow. 6 m-cy	0,3	9	2,70	23	6,90
Tuczniki bekonowe i inne	0,2	702	140,40	462	92,40
<b>Suma</b>		<b>2414</b>	<b>302,20</b>	<b>2064</b>	<b>244,72</b>
<b>ŁĄCZNIE DJP</b>			<b>505,20</b>		<b>446,72</b>

W tabelach 4 i 5 zestawiono wielkości użytków rolnych z podziałem na ogólną powierzchnię rolniczą badanych gmin, użytki rolne, grunty rolne i użytki zielone. Porównując te wartości do ilości gospodarstw w poszczególnych gminach, obliczono wartości średnie. Na uwagę zasługuje fakt, że w stosunku do średniej wielkości gospodarstwa w województwie lubuskim, wynoszącej 10,99 ha gminy te cechują się większą średnią powierzchnią gospodarstwa, wynoszącą odpowiednio 22,23 ha w gminie Trzebiechów i 18,67 ha w gminie Bojadła. Świadczy to o tym, że są to obszary o lepiej rozwiniętym rolnictwie w stosunku do reszty województwa.

**Tab. 4. Wielkość powierzchni rolniczej w gminie Trzebiechów (na podstawie danych GUS, ARiMR)**

Nazwa obszaru	Powierzchnia ogólna [ha]	Użytki rolne [ha]	Grunty orne [ha]	Użytki zielone [ha]	Liczba gosp. rolnych	Śred. pow. gosp. [ha]
Gmina	8099	4958	3451	1507	223	22,23
Wojew.	886752	357869	269654	88215	32560	10,99

**Tab. 5. Wielkość powierzchni rolniczej w gminie Bojadła (na podstawie danych GUS, ARiMR)**

Nazwa obszaru	Powierzchnia ogólna [ha]	Użytki rolne [ha]	Grunty orne [ha]	Użytki zielone [ha]	Liczba gosp. rolnych	Śred. pow. gosp. [ha]
Gmina	10255	4293	3085	1208	230	18,67
Wojew.	886752	357869	269654	88215	32560	10,99

Porównując ilości zwierząt wyrażone w Dużych Jednostkach Przeliczeniowych w stosunku do użytków rolnych w poszczególnych gminach, uzyskujemy wartości odpowiednio: 0,1018 DJP/ha w gminie Trzebiechów i 0,1040 DJP/ha w gminie Bojadła. Wartości te wskazują na duży „zapas” użytków rolnych w stosunku do ilości zwierząt nie stwarzający zagrożenia dla przekroczenia normatywu unijnego wynoszącego 1,5 DJP/ha. Ważne staje się tylko zwrócenie uwagi gospodarstwom, w których wartości są już przekroczone lub zbliżają się do limitu, by kooperując z innymi gospodarstwami, ukierunkowanymi szczególnie na produkcję roślinną, prawidłowo zagospodarowały odchody produkcji zwierzęcej, nie zagrażając równowadze środowiska naturalnego.

## WNIOSKI

Z przedstawionych badań wynika, że powszechną praktyką w gospodarstwach jest brak stosowania płyty obornikowej, a występujące sporadycznie przestarzałe ich



konstrukcje nie spełniają dzisiejszych wymogów technicznych i nie mogą być brane pod uwagę.

Równie powszechne jest przymywanie obornika na polu bez zabezpieczenia przed przedostawaniem się gnojówki do wód powierzchniowych.

Niewłaściwa struktura zasiewów uniemożliwia prawidłowe zagospodarowanie obornika i gnojowicy. Wynika to głównie z tradycji, ale stan taki może okazać się czynnikiem determinującym stosowanie zasad ZDPR przez polskich rolników, a w konsekwencji uzyskanie dopłat z funduszy unijnych. Zwiększenie produkcji zwierzęcej w wielu gospodarstwach wiązać się będzie z koniecznością powiększeniem areалу UR.

Sensowne wydawać się może nawiązanie kooperacji z gospodarstwami specjalizującymi się w produkcji roślinnej w celu zagospodarowania nadwyżek obornika i gnojowicy.

W tym miejscu widzimy dużą rolę ARiMR, która poprzez płatności z funduszy unijnych zachęci rolników do szukania rozwiązań umożliwiających prawidłową gospodarkę gruntami i odchodami zwierzęcymi.

Średnie wartości dla badanych gmin wskazują, że problem przenawożenia organicznego gleb nie istnieje, choć może mieć czasem charakter lokalny i powinien być rozwiązany. Przedstawione badania są pilotażowe dla gmin Bojadła i Trzebiechów; zamierzeniem autorów jest przeprowadzenie badań dla całego województwa lubuskiego.

## LITERATURA

ARiMR LOR, 2004: Baza danych ZSZiK w Zielonej Górze.

DAUER D., 2003: Zwykła Dobra Praktyka Rolnicza. Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach.

GORLACH E., MAZUR T., 2002: Chemia rolna. Wyd. PWN, Warszawa.

GREINERT H., DRAB M., MENDALUK J., 1983: Kształtowanie się zawartości N-NO<sub>3</sub>, N-NO<sub>3</sub>, N-NH<sub>4</sub> i P-PO<sub>4</sub> w wodach rzek Obrzycy i Obry Leniwej w latach hydrologicznych 1981/82 oraz 1982/83.

*Anna Kryszak, Maruisz Budziński, Magdalena Czemko, Justyna Cieślak*  
Akademia Rolnicza w Poznaniu

## ZBIOROWISKA ŁĄKOWE JAKO ELEMENT OCHRONY KRAJOBRAZU W DOLINIE ŚRODKOWEJ WARTY

### MEADOW COMMUNITIES AS ELEMENTS OF LANDSCAPE PROTECTION IN THE CENTRAL WARTA RIVER VALLEY

**Słowa kluczowe:** zbiorowiska łąkowe, dolina środkowej Warty, różnorodność florystyczna, ochrona krajobrazu.

**Streszczenie:** Celem badań jest geobotaniczna charakterystyka wyróżnionych zbiorowisk łąkowych występujących w prawobrzeżnej części doliny Warty na wysokości miejscowości Pietrzyków oraz ich rola w ochronie krajobrazu. W opracowaniu wykorzystano ponad 70 zdjęć fitysocjologicznych wykonanych metodą Braun-Blanqueta. Oceniono także bogactwo florystyczne wyróżnionych zbiorowisk. Na badanym terenie wyróżnione zbiorowiska zaklasyfikowano, głównie do klas: *Molinio-Arrhenatheretea*, *Phragmitetea* oraz niewielkie powierzchnie zajmowały płaty należące do *Nardo-Callunetea* i *Epilobietea*. Analiza zdjęć florystycznych wskazuje na zmiany zachodzące w szacie roślinnej zbiorowisk trawiastych jako skutek zmieniających się warunków siedliska. Zmiany te prowadzą do zanikania zbiorowisk naturalnych, ale jednocześnie sprzyjają różnorodności zbiorowisk..

**Key words:** meadows community, Central Warta River, floristic diversity, landscape protection.

**Summary:** The objective of the performed investigations was the geobotanical characterization of individual meadow communities occurring on the right-hand side part of the Warta River valley in the area of Pietrzyków and their role in the landscape protection. Over 70 phytosociological surveys taken with the assistance of the Braun-Blanquet method were utilized in the study. Floristic wealth of the examined communities was also assessed. The isolated communities in the examined area were allocated, primarily to *Molinio-Arrhenatheretea*, *Phragmitetea* classes, while small areas were occupied by patches belonging to *Nardo-Callunetea* and *Epilobietea*. The performed analysis of floristic surveys indicates changes occurring in the plant cover of grass communities in the wake of changing site conditions. These changes lead to the disappearance of natural communities but, at the same time, favour plant community diversification.



## WSTĘP

Dolinę środkowej Warty związanej z ostatnim zlodowaceniem charakteryzuje urozmaicony krajobraz poprzecinany licznymi starorzeczami, smugami. Otoczona jest ona wysokimi piaszczystymi tarasami porośniętymi najczęściej borem sosnowym. Dno doliny stanowią utwory holoceniowe pokryte w dominującej części przez użytki zielone, a rzadziej przez lasy łęgowe. Rozległy teren doliny podlega corocznym wiosennym zalewom. Tak interesujący teren został objęty ochroną prawną przez powołanie w 1995 roku Nadwarciańskiego Parku Krajobrazowego.

Występujące zbiorowiska łąkowe zostały już częściowo opracowane przez Brzega [1998], Krupe [2000, 2002], Borysiak [1994] oraz Kuświka i in. [1995]. Obejmują one głównie tereny rezerwatów zlokalizowanych w granicach Nadwarciańskiego Parku Krajobrazowego. Dlatego ważne jest także opracowanie zbiorowisk łąkowych na pozostałych terenach Parku. Ponadto zmieniające się warunki siedliskowe, głównie hydrologiczne, jak również użytkowanie przyczyniają się do zmian w składzie florystycznym zbiorowisk, a tym samym wskazują na potrzebę ich systematycznego badania.

Celem badań jest geobotaniczna charakterystyka wyróżnionych zbiorowisk łąkowych występujących w prawobrzeżnej części doliny Warty w miejscowości Pietrzyków oraz ich rola w ochronie krajobrazu.

## METODYKA BADAŃ

Badaniami objęto zbiorowiska łąkowe i szuwarowe zlokalizowane w dolinie Warty na wysokości miejscowości Pietrzyków. W badaniach geobotanicznych zastosowano metodę Braun-Blanqueta. W opracowaniu wykorzystano ponad 70 zdjęć fitosocjologicznych. Oceniono także bogactwo florystyczne wyróżnionych zbiorowisk, stosując wzór Shannona-Wienera [Maguran, 1996]. Nazewnictwo i układ systematyczny zbiorowisk przyjęto za Matuszkiewiczem [2000].

## TEREN BADAŃ

Dolina Warty na wysokości miejscowości Pietrzyków jest szeroka, poprzecinana licznymi starorzeczami oraz okresowo napełnianymi wodą smugami i bezodpływowymi dolinkami. Często też, szczególnie w dalszej odległości od koryta rzeki, występują piaszczyste wydmy wyniesienia. Poziom wód gruntowych w tej części doliny ulega częstym wahaniom, co związane jest z glebami tj. mady oraz przepuszczalnymi piaskami [Winiecki, Rempinowski, 1997]. Zarówno urozmaicone ukształtowanie terenu, jak i pokrywająca go roślinność wpływają na walory krajobrazowe tej części doliny.

## WYNIKI BADAŃ

Warunki siedliskowe sprawiają, iż potencjalnym fitokompleksem są łągi wierzbowo-topolowe (*Salici-Pinetum*). Jednakże działalność człowieka, zmieniająca głównie warunki hydrologiczne, a także wycinanie drzew i następnie stosowanie łąkarskiego użytkowania przyczyniło się do wykształcenia zbiorowisk trawiastych [Borysiak, 1994]. Skutkiem tego rzeczywistą roślinność Nadwarciańskiego Parku Krajobrazowego w około 70% zajmują łąki, sporadycznie wilgotne pastwiska i nieużytki [Winiecki, Rempieński, 1997].

Na badanym terenie wyróżnione zbiorowiska zaklasyfikowano głównie do klas *Molinio-Arrhenatheretea*, *Phragmitetea*; niewielkie powierzchnie zajmowały płaty należące do *Nardo-Callunetea* i *Epilobietea* (tab. 1).

W pobliżu rzeki, na obrzeżach starorzeczy oraz w bezodpływowych obniżeniach zalanych w ciągu 2 do 4 miesięcy sezonu wegetacyjnego, w siedliskach o największym uwilgotnieniu występują zbiorowiska szuwarowe.

Lokalizacja zbiorowisk kośnych łąk zalewanych *Alopecuretum pratensis*, *Glycerietum maximum*, *Phalaridetum arundinaceae* i *Caricetum gracilis* oraz ich układ w dolinie wskazuje, że stanowią one element wyróżnionych przez Borysiak [1994] rzeczywistych krajobrazów seminaturalnych, kompleksu łąk wyczyńcowych *Alopecuretum pratensis-sigmatum*. Niewielkie powierzchnie łąk wyczyńcowych (*Alopecuretum pratensis*) oraz występowanie ze znacznym udziałem na lokalnych piaszczystych wyniesieniach zbiorowiska *Poa pratensis* – *Festuca rubra* i skupień z *Calamagrostis epigejos* świadczy o niekorzystnych zmianach w siedlisku szczególnie warunków hydrologicznych. Jednakże występowanie płatów zespołów z klasy *Phragmitetea* oraz fragmentów muraw zalewowych z wyczyńcem kolankowatym (*Ranunculo-Alopecuretum geniculati*) zlokalizowanych w pozostałych po starorzeczach smugach może ponadto wskazywać na obecność w ramach łąk wyczyńcowych fragmentów *subsigmetum* charakteryzującego się większym bogactwem zbiorowisk.

Wyróżnione zbiorowiska szuwarowe z klasy *Phragmitetea* w porównaniu do zbiorowisk łąkowych klasy *Molinio-Arrhenatheretea* charakteryzuje z reguły uboższy skład florystyczny i także niższy wskaźnik różnorodności florystycznej ( $H'$ ) – tab. 2.

Różnorodność florystyczną określoną wskaźnikiem Shannona-Wienera ( $H'$ ) można ocenić jako średnią [Jurko, 1986]. Jednocześnie zwraca uwagę z reguły wyższa liczba gatunków w porównaniu do podawanych w literaturze [Borysiak, 1994; Kryszak, Grynia, 2001, 2002]. Dane te także potwierdzają okresowe podsychanie zbiorowisk szuwarowych, a przez to wchodzenie gatunków z klasy *Molinio-Arrhenatheretea* i wzrost ich udziału w strukturze runi (tab. 3).

Przykładem mogą być fitocenozy łąk mozgowych *Phalaridetum arundinaceae*. W ich runi tylko ok. 40% stanowią gatunki charakterystyczne z klasy *Phragmitetea*. Nieliczne płaty występujące w siedliskach mokrych odznaczają się obecnością *Rorippa amphibia* oraz *Carex gracilis*. W nich zanotowano mniejszą ogólną liczbę gatunków, ale odsetek gatunków charakterystycznych dla klasy jest wysoki. Natomiast w siedliskach okresowo podsychających stwierdzono większą liczbę gatunków roślin, wśród których dominują: *Agrostis gigantea*, *Alopecurus pratensis*, *Agropyron repens*.



Podobne procesy obserwuje się w składzie florystycznym płatów zespołów *Glycerietum maximae* i *Caricetum gracilis*.

**Tab. 1. Udział wyróżnionych zbiorowisk łąkowych i bagiennych na badanym terenie**

Jednostka fitosocjologiczna Phytosociological unit	Udział – Share (%)
Phragmitetea	
<i>Glycerietum maximae</i>	13.9
Phalaridetum arundinaceae	11.1
<i>Caricetum gracilis</i>	8.3
<i>Sparganietum erecti</i>	5.5
<i>Sparganio-Glycerietum fluitantis</i>	4.2
<i>Caricetum ripariae</i>	1.4
<i>Cicuto-Caricetum pseudocyperi</i>	1.4
Molinio-Arrhenatheretea	
<i>Alopecuretum pratensis</i>	6.9
Zb. <i>Ranunculo-Alopecuretum geniculati</i>	4.2
<b>Zb. <i>Deschampsia caespitosa</i></b>	2.8
Rorripo-Agrostietum	1.4
Zb. <i>Poa pratensis</i> – <i>Festuca rubra</i>	25.0
Zb. <i>Agrostis stolonifera</i> – <i>Potentilla anserina</i>	11.1
Nardo-Callunetea	
<b><i>Calluno-Nardetum</i></b>	1.4
Epilobietea angustifolii	
<b><i>Calamagrostietum epigeji</i></b>	1.4

**Tab. 2. Zróżnicowanie florystyczne wyróżnionych zbiorowisk**

Zespół roślinny	Liczba gatunków	Średnia liczba gatunków w zdjęciu (wahania)	H'
<i>Glycerietum maximae</i>	27	7.4 (3-15)	2.95
<i>Phalaridetum arundinaceae</i>	48	12.3 (4-21)	3.66
<i>Caricetum gracilis</i>	35	9.4 (8-15)	3.35
<i>Sparganietum erecti</i>	24	8.8 (6-19)	3.05
<i>Sparganio-Glycerietum fluitantis</i>	26	13.7 (10-19)	3.15
<i>Alopecuretum pratensis</i>	46	15.8 (11-22)	4.20
Zb. <i>Poa pratensis</i> – <i>Festuca rubra</i>	65	13.1 (9-19)	3.81
Zb. <i>Agrostis stolonifera</i> – <i>Potentilla anserina</i>	44	11.1 (8-14)	3.59
Zb. <i>Ranunculo-Alopecuretum geniculati</i>	22	9.7 (8-13)	3.01

**Tab. 3. Udział gatunków roślin charakterystycznych z klasy *Molinio-Arrhenatheretea* w runi wyróżnionych zbiorowisk klasy *Phragmitetea* (%)**

Zespół roślinny	Gatunki charakterystyczne dla:		
	Phragmitetea	<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>	
		ogółem	w tym rzędu <i>Molinietalia</i>
<i>Glycerietum maximae</i>	51.9	14.8	7.4
<i>Phalaridetum arundinaceae</i>	39.6	27.1	12.5
<i>Caricetum gracilis</i>	60.0	20.0	8.6
<i>Sparganietum erecti</i>	54.2	33.3	12.5
<i>Sparganio-Glycerietum fluitantis</i>	58.0	30.8	19.2

W płatach łąk z klasy *Molinio-Arrhenatheretea* występujących na badanym terenie, w porównaniu do płatów występujących w innych dolinach rzecznych, notowano niewielką liczbę gatunków. Występują one w sąsiedztwie łąk bagiennych, w pobliżu brzegów starorzeczy, na wyżej położonych płaskich terenach zalewowych. Stąd w ich runi stwierdza się niekiedy znaczny udział gatunków klasy *Phragmitetea*, co wskazuje, że ich wykształcanie się to faza sukcesji po *Phalaridetum arundinacea* i *Caricetum gracilis* do zbiorowisk klasy *Molinio-Arrhenatheretea*.

Przedstawione przykłady potwierdzają zmiany zachodzące w szacie roślinnej zbiorowisk łąkowych i szuwarowych jako skutek zmieniających się warunków siedliska. Zmiany te wprawdzie sprzyjają różnorodności zbiorowisk, tj, zarówno ich liczbie, jak i gatunków w nich występujących. Ewidentny jest fakt, że zanikają zbiorowiska naturalne, które dawniej występowały na tym terenie. Wraz z nimi ginie wiele gatunków roślin – osobliwości florystycznych. Dalsze zmiany w użytkowaniu łąk i pastwisk, głównie jego ekstensyfikacja, już aktualnie doprowadzają na niektórych obszarach doliny do ekspansji traw mało wartościowych gospodarczo, rozmnażających się wegetatywnie, jak *Agropyron repens*, *Calamagrostis epigejos*. Wszystko to przyczynia się do zmian w krajobrazie, który stanowi naturalny polder zalewowy. Aktualnie głównym jego elementem są zbiorowiska turzycowo-trawiaste. Stąd ochrona siedlisk łąkowych, a przez to szaty roślinnej doliny sprzyja, zachowaniu walorów przyrodniczych urozmaiconego krajobrazu, który niekiedy uzupełniają obiekty kulturowe.

## WNIOSKI

Geobotaniczne badania wykonane w dolinie Warty wykazują:

1. Dominacja zbiorowisk z klas *Molinio-Arrhenatheretea*, *Phragmitetea* i ich lokalizacja na badanym terenie w dolinie Warty wskazuje, że stanowią one element rzeczywistych krajobrazów seminaturalnych, kompleksu łąk wyczyńcowych *Alopecuretum pratensis-sigmatum*.
2. Zmiany zachodzące w szacie roślinnej zbiorowisk trawiastych jako skutek zmieniających się warunków siedliska sprzyjają różnorodności zbiorowisk, tj, zarówno ich liczbie, jak i gatunków w nich występujących.



## LITERATURA

- BORYSIK J., 1994: Struktura aluwialna roślinności lądowej środkowego i dolnego biegu Warty. Wyd. Naukowe UAM.
- BRZEG A., 1998: Geobotaniczna charakterystyka projektowanego rezerwatu częściowego „Łąki Pyzdurskie” w Nadwarciańskim Parku Krajobrazowym. Roczn. Nauk. Pol. Tow. Ochr. Przyr. „Salamandra”, 2, 5-38.
- JURKO A., 1986: Plant communities and some questions of their taxonomical diversity. Ekologia, 5, 1, 3-32.
- KRUPA K., 2000: Zbiorowiska szuwarowe okolic Łądek w Nadwarciańskim Parku Krajobrazowym. Roczn. Nauk. Pol. Tow. Ochr. Przyr. „Salamandra”, 4, 25-53.
- KRUPA K., 2002: Zbiorowiska roślinne z klasy *Molinio-Arrhenatheretea* R.Tx.1937. em.1970 okolic Łądek w Nadwarciańskim Parku Krajobrazowym. Roczn. Nauk. Pol. Tow. Ochr. Przyr. „Salamandra”, 6, 5-28.
- KRYSZAK A., GRYNIA M., 2001: Percentage of grass species versus diversity of meadow associations of the *Molinio-Arrhenatheretea* class. Studies on Grass in Poland. Ed. L. Frey, W. Szafer Institute of Botany PAN, Kraków, 283-289.
- KRYSZAK A., GRYNIA M., 2002: Floristic diversity of meadow-pasture association in Western Poland. Grassland Science in Europe, vol. 7, 804-805.
- KUŚWIK H., BRZEG A., SIKORA S., WYRZYKIEWICZ-RASZEWSKA M., URBĄŃSKI P., 1995: Szata roślinna gminy Łądek. Opr. dla Wydz. Ochr. Środ. i Gosp. Wod. UW w Koninie. Poznań.
- MAGURRAN A., 1996: Ecological diversity and its measurement. Chapman & Hall, Cambridge.
- WINIECKI A., REMPIŃSKI M., 1997: Nadwarciański Park Krajobrazowy. Kronika Wielkopolski, 1/80, 5-16.

**Grzegorz Kusza, Mariusz Dużyński**

Zakład Gleboznawstwa i Ochrony Gleb, Katedra Ochrony Powierzchni Ziemi, Uniwersytet Opolski,

## **STAN ZACHOWANIA GATUNKÓW DRZEW ROSNĄCYCH NA REKULTYWOWANYCH POWIERZCHNIACH WYROBISK ŚLĄSKICH ZAKŁADÓW PRZEMYSŁU WAPIENNICZEGO „OPOLWAP” S.A.**

## **HEALTH STATE TREE SPECIES GROWING ON RECLAIMED SURFACES OF THE OPENCAST WORKING OF „OPOLWAP” S.A. SILESIAN LIME WORKS**

**Słowa kluczowe:** rekultywacja, dobór gatunków, kondycja zdrowotna.

**Streszczenie:** Województwo opolskie charakteryzuje się występowaniem dużych pokładów skał węglanowych. Służą one jako surowiec dla przemysłu cementowo-wapienniczego. Eksploatacja wapieni wiąże się z ogromnymi przekształceniami geomechanicznymi powierzchni ziemi. Jednym z podstawowych problemów wynikających z działalności przemysłu wapienniczego jest rekultywacja terenów przekształconych. W latach 2000-2001 prowadzone były badania dotyczące stanu zachowania upraw leśnych występujących na rekultywowanych powierzchniach Śląskich Zakładów Przemysłu Wapienniczego „Opolwap” S.A w Tarnowie Opolskim. Zakres prac obejmował wykonanie inwentaryzacji drzew oraz określenie ich kondycji zdrowotnej. Powierzchnie badawcze wybrano, kierując się wiekiem istniejących zadrzewień. Wyróżniono powierzchnie: jednoroczne, pięcioletnie. Na podstawie przeprowadzonych prac stwierdzono dobrą udatność następujących gatunków drzew: robinia akacjowa, jesion wyniosły i olsza czarna na wszystkich analizowanych powierzchniach. Jednocześnie odnotowano średnio dużą i małą udatność gatunków preferowanych w literaturze do zastosowania w rekultywacji gruntów przekształconych w wyniku eksploatacji surowców węglanowych, jak: klon jawor, dąb czerwony, klon zwyczajny i jarząb pospolity. Dobór gatunków zastosowanych w procesie rekultywacji na powierzchniach wyrobisk Śląskich Zakładów Wapienniczych Opolwap S.A. nie został optymalnie określony.

**Key words:** reclamation, species selection, health state.

**Summary:** Opole Voivodeship is characterized by large carbonate rock beds occurring within the area of the region. They have been exploited as raw materials for cement-lime industry purposes. However, lime exploitation is connected with tremendous geomorphological reshaping of land surface. Therefore, reclamation of transformed areas is the essential problem resulting from the lime industry activity. Research on the health state of forest crops on reclaimed land surfaces of the Silesian Lime Works „Opolwap” S.A. in Tarnów Opolski was carried out in



years 2000-2001. The scope of the research included the inventory-making of trees and the estimation of their health state. The investigated areas were selected following plantings age. One-year and five-year's old objects were distinguished, considering the age differentiation of tree plantings. Results of the study revealed (1) the highest amount of trees taking root for black locust *Robinia pseudoaccacia* L., European ash *Fraxinus excelsior* L. and black alder *Alnus glutinosa* L. (2) the medium and low amount of trees taking root for sycamore *Acer pseudoplatanus* L., red oak *Quercus rubra* L., Norway maple *Acer platanoides* L., and mountain ash *Sorbus aucuparia* L., which are known from the literature as the preferential species used during the reclamation of land surfaces transformed by carbonate resource exploitation. Tree species selection applied in the excavation reclamation of Silesian Lime Works „Opolwap” S.A. has not been best determined.

## WPROWADZENIE

Eksploracja złóż kopalin powoduje ingerencję w środowisko naturalne i jest przyczyną czasowego lub trwałego zniszczenia niektórych jego elementów. Pozyskiwanie surowców jest jednak koniecznością dla utrzymania rozwoju gospodarczego i społeczno-cywilizacyjnego kraju. W tej sytuacji konieczne jest, aby górnictwo stosowało odpowiednie rozwiązania techniczne umożliwiające ograniczenie ujemnych oddziaływań na środowisko oraz skutecznie likwidowało już wywołane szkody. Jednym z podstawowych sposobów jest rekultywacja terenów pogórnich. Przywracanie funkcji użytkowych gruntem zdegradowanym przy prawidłowo przeprowadzonej rekultywacji jest praktycznie jedyną możliwością odzyskania utraconego arealu gruntów rolnych i leśnych [Dulewski i Wtorek, 2000].

Minimalizacja skutków działalności gospodarczej staje się stopniowo jednym z najważniejszych, a zarazem najtrudniejszych zadań ochrony środowiska w Polsce. Niestety ciągle brakuje kompleksowego programu pozwalającego na rozwiązanie tego problemu. Jednym z głównych powodów takiej sytuacji jest niedoskonałość istniejących regulacji, zarówno prawnych, jak też organizacyjnych i instytucjonalnych, która uniemożliwia sprawne i kompleksowe zarządzanie powierzchnią ziemi. Podjęcie działań zmierzających do ponownego zagospodarowania terenów przemysłowych i ich wykorzystania jest zatem konieczne i zgodne z przyjętą ideą zrównoważonego rozwoju kraju [Siuta, 1999].

Przydatność do rekultywacji utworów skalnych występujących na powierzchni terenów pogórnich zależy od rodzaju kopaliny, a także od rodzaju skał nadkładu i ich kubatury. Tereny po eksploatacji złóż wiążących materiałów budowlanych zalicza się do trudnych i średnio trudnych do rekultywacji. W większości czynnych kopalń przemysłu cementowego i wapienniczego prowadzona jest wielopoziomowa eksploatacja węgla, a nadkład jest deponowany na zwalówiskach wewnętrznych lub zewnętrznych. Wielopoziomowy system eksploatacji złoża utrudnia sukcesywną rekultywację wyrobiska [Dwucet, Krajewski, Wach, 1992, Krzaklewski, 1996].

Do nasadzeń na tych terenach nadają się przede wszystkim gatunki drzew wapno-lubnych; są to: robinia akacja (*Robinia pseudoaccacia* L.), brzoza brodawkowata (*Betula pendula* Roth.), topola biała (*Populus alba* L.), modrzew europejski (*Larix*

*decidua* Mill.), klony (*Acer* sp.), jarzab pospolity (*Sorbus aucuparia* L.), olsza szara (*Alnus incana* Moench.). Z krzewów najbardziej przydatna jest czeremcha amerykańska (*Padus serotina* Borkh.), która bujnie rośnie, daje pełne zwarcie oraz doskonale spełnia rolę podszycia. Z innych krzewów wyróżnić należy: derenia świdwę (*Cornus sanguinea* L.), trzmielinę pospolitą (*Evonymus europaea* L.), wierzbę iwę (*Salix caprea* L.) i głóg jednoszyjkowy (*Crataegus monogyna* Jacq.). Wyrobiska wapienne dobrze nasłonecznione doskonale nadają się pod plantacje sadownicze (orzech włoski, śliwy, czereśnie) [Baran i Turski, 1997; Murat, 1998].

Celem niniejszej pracy jest ocena stanu zdrowotnego drzew nasadzonych w latach 1997–2001, a także trafności doboru gatunkowego w aspekcie warunków siedliskowych na terenie po eksploatacji wapieni przez Śląskie Zakłady Przemysłu Wapienniczego „Opolwap” S.A. w Tarnowie Opolskim.

## MATERIAŁY I METODY

Założono sześć powierzchni badawczych, zróżnicowanych wiekowo: poletka I-II nasadzone w 1997, poletka III-V w 1998 i poletko VI w 1999. Zakresem prac objęto szczegółową inwentaryzację przyrodniczą drzewostanu oraz ocenę kondycji zdrowotnej drzew w latach 2000 i 2001. Inwentaryzację wykonano na wszystkich badanych powierzchniach, oznaczając gatunki znajdujące się na każdej z nich. Policzone dokładnie liczbę drzew należących do poszczególnych gatunków. Ocenę stanu zdrowotnego przeprowadzono na poletkach I-VI w oparciu klasyfikację Pacyniaka [Pacyniak, 1992], zmodyfikowaną na potrzeby pracy.

Klasyfikacja wyróżnia następujące stopnie zdrowotności drzew:

- I** – drzewa zdrowe, bez żadnych ubytków,
- II** – drzewa o znikomym stopniu uszkodzenia blaszki liściowej do 5%,
- III** – drzewa o wyraźnie uszkodzonych blaszkach liściowych od 6 do 15%,
- IV** – drzewa o częściowo obumierających cienkich gałęziach, uszkodzenia blaszki liściowej od 16 do 25%,
- V** – drzewa z obumarłą koroną 26–50% i lekko uszkodzoną kłodą,
- VI** – drzewa z obumarłą koroną 51–75% i uszkodzoną kłodą,
- VII** – drzewa z obumarłą koroną w stopniu powyżej 75%; w tym także wypady.

Harmonogram prac prowadzonych na obiekcie:

DATA	RODZAJ WYKONYWANYCH PRAC
Czerwiec 2000	Inwentaryzacja przyrodnicza na powierzchniach I – VI
Lipiec 2000	Ocena kondycji zdrowotnej drzew
Czerwiec 2001	Inwentaryzacja przyrodnicza na powierzchniach I – V
Lipiec 2001	Ocena kondycji zdrowotnej drzew



## OMÓWIENIE WYNIKÓW

**Powierzchnia nr I.** Przeprowadzone badania wykazały obecność sześciu gatunków drzew. Gatunkami dominującymi są klon jawor i jarząb pospolity, które łącznie zajmują 80% powierzchni. Najmniejszy udział na powierzchni nr I ma lipa drobnolistna zaledwie 1,7% w roku 2000 i 1,1% w kolejnym roku badań. W roku 2001 w stosunku do roku poprzedniego, łączny procentowy udział poszczególnych gatunków zwiększył się jedynie dla jarzębu pospolitego z 33,2% do 34,6%. Pozostałe gatunki nieznacznie zmniejszyły swój procentowy udział na powierzchni. W ciągu roku liczba drzew obniżyła się z 2267 do 2120 czyli o 147 sztuk. Najwięcej wypadów zaobserwowano wśród drzew należących do gatunku klon jawor (65 sztuk) i jarząb pospolity (34 sztuki).

**Powierzchnia nr II.** Na powierzchni nr II stwierdzono występowanie 6-ciu gatunków drzew. Podobnie jak na powierzchni nr I największą dominację wykazują gatunki jarząb pospolity i klon jawor. Zajmują one łącznie ponad 80% badanej powierzchni. Procentowy udział poszczególnych gatunków w roku 2001 zmienił się nieznacznie. Największą zmianę zanotowano dla gatunków: jarząb pospolity, którego udział na powierzchni obniżył się o 1,2% i jesion wyniosły, którego udział na powierzchni zwiększył się o 1,1%. Liczba drzew na powierzchni zmniejszyła się o 86 sztuk.

**Powierzchnia nr III.** W roku 2000 na powierzchni nr III występowały jedynie trzy gatunki drzew: jarząb pospolity, klon jawor i dąb czerwony, przy czym klon jawor zajmował 46% badanego terenu, jarząb pospolity 39% a dąb czerwony jedynie 15%. Z inwentaryzacji przeprowadzonej w 2001 wynika, że wiosną tego roku dosadzono ok. 360 drzew. Wprowadzono 5 nowych gatunków: jesion wyniosły, głóg, czeremcha amerykańska, robinia akacjowa, olsza czarna. W dalszym ciągu dominującymi gatunkami pozostały klon jawor i jarząb pospolity, jednakże ich łączny udział na powierzchni zmniejszył się z 85% do 65%. Z nowych gatunków wysadzonych na powierzchni największym udziałem charakteryzują się gatunki olsza czarna 7,5% i czeremcha amerykańska 7,3%. Niewiele mniej, bo 6,5% zajmuje jesion wyniosły. Pozostałe drzewa – głóg i robinia akacjowa zajmują łącznie poniżej 4% powierzchni.

**Powierzchnia nr IV.** Na powierzchni nr IV w roku 2000 zaobserwowano występowanie czterech gatunków drzew. Są to: klon jawor, dąb czerwony, jesion wyniosły, jarząb pospolity. Gatunkiem dominującym jest dąb czerwony, który zajmuje prawie 65% badanego terenu. Drugim co do liczności gatunkiem w procentowym pokryciu powierzchni jest jesion wyniosły, ok. 18%. Najmniej licznie reprezentowany jest jarząb pospolity – zaledwie 3% udziału na całej powierzchni. Również na poletku nr IV, wiosną 2001 roku zostały wykonane uzupełnienia wypadów w ilości ok. 600 sztuk drzew. Wprowadzono trzy nowe gatunki: czeremcha amerykańska, robinia akacjowa, olsza czarna. Najwięcej dosadzono olszy czarnej – 215 sztuk. Najmniej robinii akacjowej tylko, 3 sztuki, co sprawia, że zajmuje ona < 0,5% opisywanego terenu. Bardzo znacznie obniżył się procentowy udział dębu czerwonego, z 65% do zaledwie 10%. Omawiana powierzchnia charakteryzuje się dosyć dużym 30% udziałem jesionu i olszy czarnej, a stosunkowo niewielkim, w porównaniu z innymi powierzchniami udziałem jarzębu pospolitego (7,5%).

**Powierzchnia nr V.** W roku 2000 na powierzchni nr V występowały tylko dwa gatunki drzew: klon jawor i dąb czerwony. Klon pokrywał 15% więcej powierzchni niż współwystępujący z nim dąb czerwony. Wiosną 2001 roku na powierzchnię wprowadzono 6 nowych gatunków: jesion wyniosły, jarząb pospolity, olsza czarna, czeremcha amerykańska, robinia akacjowa, klon zwyczajny. Łącznie dosadzono ok. 440 drzew. W związku z dosadzeniem nowych gatunków obniżył się udział procentowy gatunków już występujących. Łączny udział klonu jawora spadł o ok. 16%, a dębu aż o 31%. Z nowych gatunków największą powierzchnię zajmuje jarząb pospolity 16,5% i olsza czarna 15%. Klon zwyczajny i robinia akacjowa pokrywają jedynie 0,6% badanego terenu.

**Powierzchnia nr VI.** Inwentaryzacja przeprowadzona w roku 2000 wykazała, iż powierzchnia nr VI charakteryzuje się dominacją dwóch gatunków: klon jawor (prawie 50% udziału) i dąb czerwony (48% udziału). Klon zwyczajny występuje w ilości 5 sztuk, co w przeliczeniu daje 2,6% pokrycia obserwowanego poletka.

## STAN ZACHOWANIA DRZEW

**Powierzchnia I.** Najlepszą kondycją zdrowotną charakteryzuje się robinia akacjowa (91% zdrowych drzew w roku 2000 i 73% w roku 2001). Wśród tego gatunku odsetek drzew o stopniu uszkodzenia >50 nie zmienił się. Stosunkowo dobrą zdrowotność wykazuje też lipa drobnolistna, ok. 50-60% drzew można zaliczyć do zdrowych. Najgorszą kondycję zdrowotną przejawia jarząb pospolity, który na omawianej powierzchni jest gatunkiem dominującym. Równie wyraźnie pogorszyła się kondycja zdrowotna dębu czerwonego. W roku 2001 prawie 50% dębów wykazuje stopień uszkodzenia aparatu asymilacyjnego >50%. Liczba drzew zdrowych na poletku nr I zmniejszyła się z 55% do 33%.

**Powierzchnia II.** Jesion wyniosły i robinia akacjowa wykazały najlepszą kondycję zdrowotną. W przypadku jesionu nie ma drzew o uszkodzeniu większym niż 15%. Zdecydowanie słabszym stanem zachowania charakteryzuje się gatunek jarząb pospolity. U 26% przedstawicieli tego gatunku zaobserwowano powyżej 75% uszkodzeń. Bardzo wyraźnie pogorszyła się zdrowotność gatunku klon zwyczajny. Przybyło drzew o szóstym stopniu uszkodzenia (51-75%).

**Powierzchnia III.** Badania przeprowadzone w roku 2000 wykazały zły stan zdrowotny drzew zwłaszcza gatunku jarząb pospolity. Zaledwie 26% drzew mieściło się w przedziale do 5% uszkodzeń. Wśród drzew zdrowych największy udział miał klon jawor – 66%. Najgorszą kondycję wykazywał jarząb pospolity, gdyż stanowił on 78% całkowitego wypadu drzew, a z 77 sztuk występujących na powierzchni nr III aż 31 wykazywało siódmy stopień uszkodzenia. Dosadzenie ok. 360 drzew miało miejsce wiosną 2001 roku. Jednak z przeprowadzonych latem tego samego roku, badań zdrowotności wynika, że nasadzenia zostały wykonane nieprawidłowo lub wprowadzone gatunki nie nadają się do rekultywacji tego obiektu. Procentowy udział drzew najbardziej uszkodzonych wzrósł aż dwukrotnie. Zły stan zdrowotny wykazuje zwłaszcza czeremcha amerykańska, z 37 sztuk wprowadzonych uschło aż 18. Najlepszą



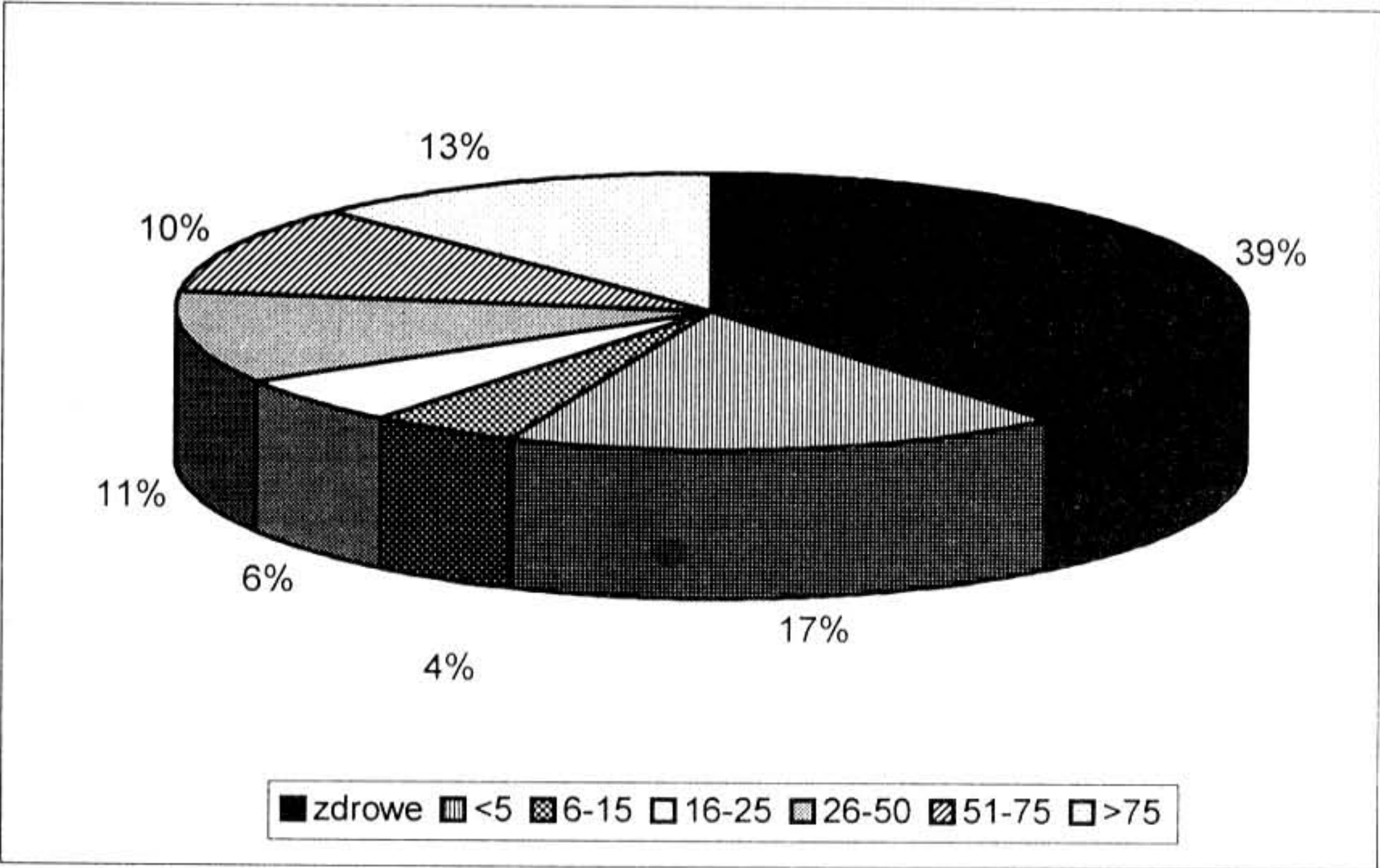
kondycję wykazuje jesion wyniosły i olsza czarna, jednak zajmują one jedynie 14% powierzchni.

**Powierzchnia IV.** Wyniki uzyskane w czasie inwentaryzacji w 2000 roku wskazywały na bardzo złą kondycję zdrowotną drzew tj. ponad 80% drzew wykazywało najwyższy, siódmy stopień uszkodzenia. Jedynie jesion wyniosły charakteryzował się dobrym stanem zachowania, ponad 70% drzew zdrowych. Stosunkowo dobre wyniki zaobserwowano też u jarzębu pospolitego – wszystkie drzewa zawierały się w trzecim stopniu uszkodzeń. U pozostałych dwóch gatunków (tj. dębu czerwonego i klonu jawora) zaobserwowano prawie całkowite ich zamarcie. Wiosną 2001 roku na powierzchnię wprowadzono trzy nowe gatunki: czeremchę amerykańską, robinie akacjową, olszę czarną. Najlepszą zdrowotnością w dalszym ciągu charakteryzuje się jesion wyniosły, a z gatunków dosadzonych olsza czarna i klon jawor. Najgorsze wyniki zanotowano u gatunków dąb czerwony i robinia akacjowa. Gwałtowne pogorszenie kondycji zaobserwowano też u przedstawicieli gatunku jarząb pospolity. Z dosadzonych wiosną 58 sztuk zanotowano aż 28 wypadów. Łącznie wśród przedstawicieli tego gatunku 52% drzew wykazuje stopień uszkodzenia powyżej 75%.

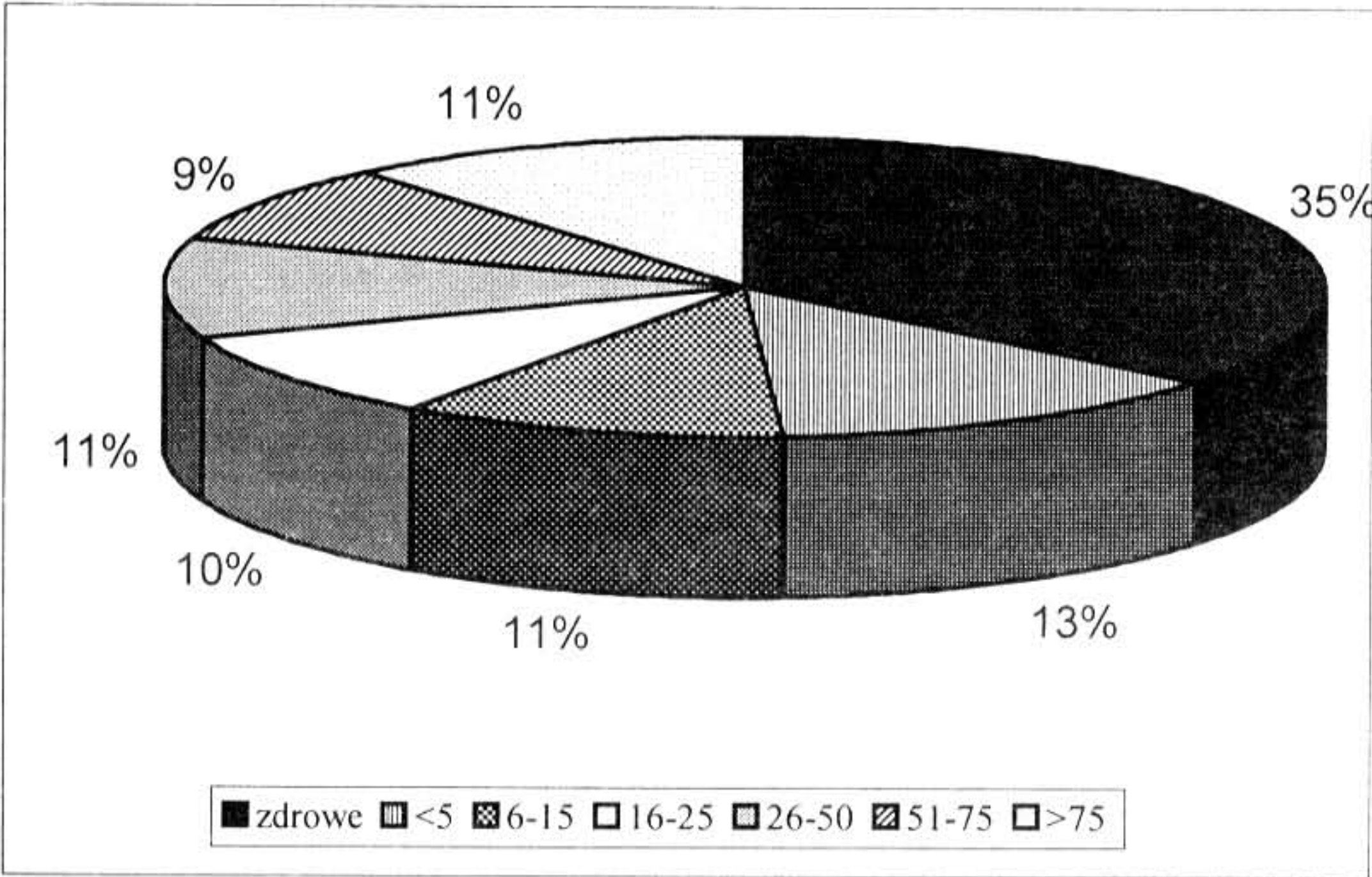
**Powierzchnia V.** Z analizy badań przeprowadzonych w roku 2000 wynikało, że 57% drzew wykazuje bardzo słabą kondycję zdrowotną. Szczególnie dużo egzemplarzy uszkodzonych drzew zaobserwowano wśród gatunku dąb czerwony – 70%. Wiosną 2001 roku dokonano uzupełnień, wprowadzając na powierzchnię 6 nowych gatunków. Latem 2001 roku stwierdzono poprawę kondycji zdrowotnej drzew – 50% drzew zdrowych i z niewielkimi uszkodzeniami. Z gatunków dosadzonych wiosną najlepszą kondycję zdrowotną wykazywały jesion wyniosły i olsza czarna – ok. 60% drzew zdrowych. Najwięcej drzew zamartych zanotowano dla gatunku czeremcha amerykańska – 42% wypadu już w pierwszym roku nasadzenia.

**Powierzchnia VI.** Z przeprowadzonych badań wynika, że kondycja zdrowotna drzew na powierzchni VI jest najgorsza. Drzew zdrowych jest zaledwie 2%, zaś drzew o siódmym stopniu uszkodzenia aż 72%. W badanym obiekcie (powierzchnie I-VI) największe pokrycie powierzchni terenu z gatunków docelowych zajmuje klon jawor. W ciągu roku obserwacji jego udział zmienia się z 39% do 37%. Ta niewielka zmiana związana jest z dosadzeniami w roku 2001. Podobnie jest w przypadku jarzębu pospolitego – gatunku fitomeliorycyjnego. Stopień pokrycia terenu przez ten gatunek zmienia się z 37% do 34%, lecz był on również dosadzany. Natomiast robinia akacjowa jako gatunek przedplonowy występuje w obiekcie nielicznie stanowi bowiem 6% powierzchni w roku 2000 a 4,5% w roku 2001. Stan zachowania klonu jawora jest najlepszy wśród gatunków docelowych. Drzew zdrowych i uszkodzonych poniżej 5% zanotowano w roku 2000 56% a w 2001 48%. Natomiast uszkodzonych w stopniu szóstym i siódmym jest odpowiednio 23% i 20% (rys. 1 i 2). Jarząb pospolity wykazuje znaczne pogorszenie zdrowotności po upływie roku pomimo prowadzonych dosadzeń. W roku 2000 odnotowano 49% drzew o stopniu uszkodzenia pierwszym i drugim, a w 2001 tylko 31%. Wzrosła natomiast liczba drzew uszkodzonych w stopniu szóstym i siódmym z 32% do 41% (rys. 3 i 4). Kondycja zdrowotna robinii akacjowej jest znacznie lepsza. Zanotowano aż 92% drzew zdrowych i o drugim stopniu uszkodzenia w roku 2000, a 81% w roku 2001. Gatunek ten wykazał również najmniejszą liczbę

drzew zamarłych i o szóstym stopniu uszkodzenia – odpowiednio w 2000 roku, 5% a w 2001 – 8%.

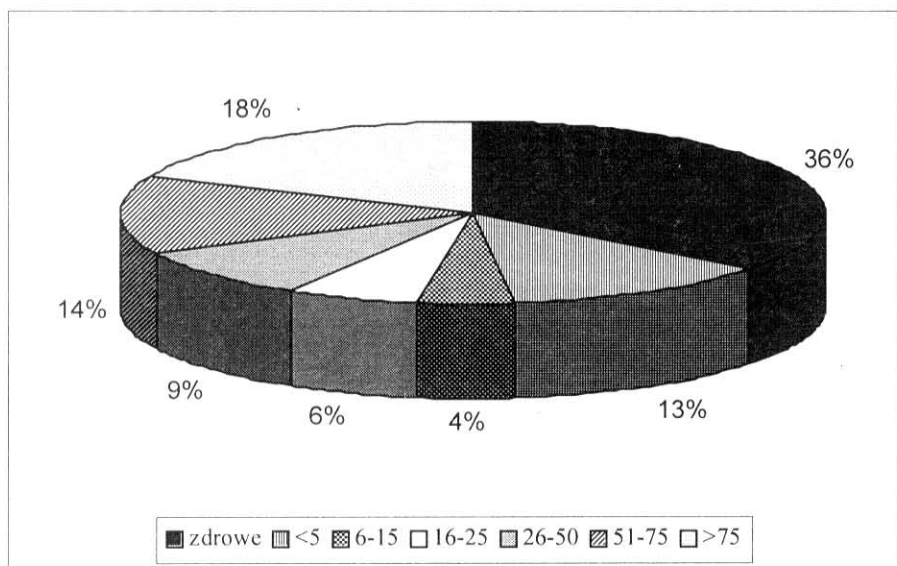


Rys. 1. Stan zdrowotny klonu jawora (*Acer pseudoplatanus* L.) na poletkach I-VI w roku 2000

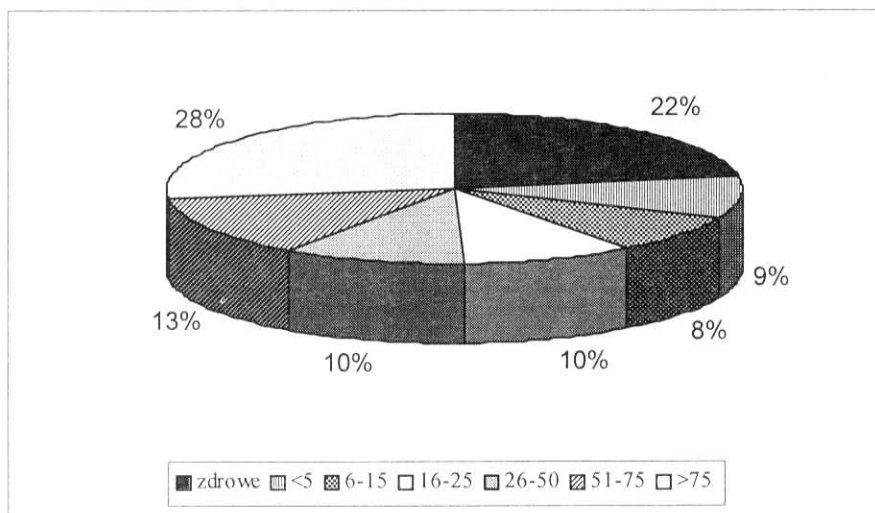


Rys. 2. Stan zdrowotny klonu jawora (*Acer pseudoplatanus* L.) na poletkach I-VI w roku 2001





Rys. 3. Stan zdrowotny jarzębu pospolitego (*Sorbus aucuparia* L.) na poletkach I-VI w roku 2000



Rys. 4. Stan zdrowotny jarzębu pospolitego (*Sorbus aucuparia* L.) na poletkach I-VI w roku 2001

## PODSUMOWANIE

Powierzchnie najstarsze I-II wykazały najlepszy stan zachowania drzew i większe zróżnicowanie gatunkowe niż pozostałe poletka badawcze. Najmniejsze zróżnicowanie doboru gatunków odnotowano na powierzchni VI, będącej najmłodszym nasadzeniem. Zastosowano tu tylko trzy gatunki drzew: klon zwyczajny, klon jawor i dąb czerwony.

Rekultywacja biologiczna na badanych powierzchniach należących do Śląskich Zakładów Przemysłu Wapienniczego „Opolwap” S.A. nie została wykonana prawidłowo. Stwierdza się brak pielęgnacji zadrzewień oraz nieprawidłowy dobór gatunkowy materiału sadzeniowego. Zwraca uwagę zastosowanie małego zróżnicowania gatunkowego, szczególnie na powierzchniach III-VI, które dosadzono w roku 2001. Stosunki ilościowe gatunków przedplonowych, docelowych i fitomelioracyjnych są niewłaściwe. Niedostatek jest widoczny w przypadku drzew przedplonowych o charakterze pionierskim. Do gatunków charakteryzujących się najlepszą kondycją zdrowotną na badanych powierzchniach należą: robinia akacjowa, jesion wyniosły, olsza czarna, klon jawor i jarzęb pospolity. Należy podkreślić, że jawor i jarzębina były najliczniej reprezentowane w obiekcie. Ich stan zachowania można określić jako zadowalający. W przypadku robinii akacjowej i olszy czarnej dobra kondycja zdrowotna pozwala na szersze ich zastosowanie na badanym terenie.

## LITERATURA

- BARAN S., TURSKI R., 1997: Degradacja, ochrona i rekultywacja gleb. Lublin Akademia Rolnicza.
- DULEWSKI J., WTOREK L., 2000: Problemy przywracania wartości użytkowych gruntem zdegradowanym działalnością górniczą. Inżynieria Ekologiczna 1, 14-23.
- DWUCET K., KRAJEWSKI W., WACH J., 1992: Rekultywacja i rewaloryzacja środowiska przyrodniczego. Katowice, Uniwersytet Śląski.
- KRZAKLEWSKI W., 1996: Analiza działalności rekultywacyjnej na terenach pogórnich. In: MACIAK F. (ed.). Ochrona i rekultywacja środowiska. Warszawa SGGW.
- MURAT E., 1998: Poradnik hodowcy lasu. Warszawa, Oficyna Edytorska Wydawnictwo Świat.
- PACYNIAK C., 1992: Najstarsze drzewa w Polsce. Warszawa, PTTK „Kraj”.
- SIUTA J., 1999: Ochrona i rekultywacja gruntów w gminie. Warszawa, PTIE, 75-78.





**Krzysztof Lipka, Tomasz Bargiel, Krzysztof Boroń, Sławomir Klatka**

Katedra Rekultywacji Gleb i Ochrony Torfowisk, Akademia Rolnicza w Krakowie

## TORFOWISKA I ZASOBY WODNE ŻŁÓŻ TORFOWYCH W WOJEWÓDZTWIE LUBUSKIM

### PEATLANDS AND WATER RESOURCES OF PEAT DEPOSIT IN THE LUBUSKIE VOIVODSHIP

**Słowa kluczowe:** złoża torfowe, zasoby wodne, wskaźnik zatorfienia, gatunki torfu.

**Streszczenie:** Na podstawie skorygowanych materiałów inwentaryzacyjnych ustalono zasoby wodne ogólne w złożach torfu w województwie lubuskim. Celem pracy było wzbogacenie jakościowej i ilościowej charakterystyki środowiska przyrodniczego w Polsce zachodniej. Ogólne zasoby wody w 1947 złożach torfu na obszarze województwa lubuskiego przy współczynnikach pojemności wodnej 0,85-0,95 wynoszą 590 mln m<sup>3</sup>. Wskaźnik zatorfienia badanego obszaru wynosi 3,3%. Najczęściej występujące gatunki torfu to: turzycowo-trzcinowy (*Cariceto-Phragmiteti*), turzycowy (*Cariceti*), turzycowo-mszysty (*Cariceto-Bryaleti*) oraz olchowy (*Alneti*). Mając na uwadze wielofunkcyjne znaczenie torfowisk, ich znaczenie hydrologiczne należy brać pod uwagę w pierwszej kolejności we wszystkich działaniach gospodarczych.

**Key words:** peat deposits, water resources, peat-cover coefficient, peat species

**Summary:** Based on improved inventory materials the total water resources in peat deposits in the Lubuskie province were determined. The aim of the work was the enrichment of quality and quantity characteristics of natural environment in the Western Poland. The total water resources in 1947 peat deposits on the area of the Lubuskie province amounts 590 mln cubic meters for the water storage coefficient – 0,85-0,95. The most frequently occurred species are: *Cariceto-Phragmiteti*, *Cariceti*, *Cariceto-Bryaleti* and *Almeti*. Taking into account multifunctional significance of peat-bogs, the hydrological aspect should be taken in the first place in all management activities.

## WPROWADZENIE

Wszelkiego rodzaju mokradła, a w szczególności wszystkie typy torfowisk pod względem przyrodniczym są bardzo cenne. „Zasoby wody stawiają Polskę na równi z pustynnym Egiptem” [Zimecki, 1988]. Zatem w gospodarowaniu torfowiskami, biorąc pod uwagę wielofunkcyjność mokradeł [Brandyk i in., 1995; Mioduszeński, 1995;



Byczkowski 1996; Nowicki i in., 1996; Lipka, 2000; Lipka i Kowalczyk, 2001; Ilnicki, 2000], znaczenie hydrologiczne torfowisk powinno być brane pod uwagę w pierwszej kolejności. Będąc pewnego rodzaju naturalnymi zbiornikami wodnymi gromadzą i zasilają warstwy głębsze oraz tereny przyległe wodami powierzchniowymi i opadowymi, równocześnie przyczyniając się do poprawy tzw. małej retencji wodnej.

Badania Nyca i innych [1998] wykazały, że zapasy wody w zlewniach na obszarze, których położone są torfowiska, regenerują się znacznie szybciej niż tam gdzie nie ma torfowisk.

Bardzo szczególne i ważne znaczenie wielofunkcyjne mają mokradła leśne i śródlęśne [Lipka i Kowalczyk, 2001].

Celem pracy jest krótkie przedstawienie charakterystyki torfowisk w granicach administracyjnych województwa lubuskiego oraz ustalenie i przeanalizowanie uzyskanych danych dotyczących ogólnych zasobów wodnych zretencjonowanych w złożach torfowych co może wzbogacić ilościową i jakościową charakterystykę środowiska przyrodniczego w Polsce zachodniej.

## METODY I ZAKRES PRACY

W pracy wykorzystano uzupełnione wcześniejsze materiały inwentaryzacyjne [Lipka, Józwiak, Gaczkowski, Szytow, 1977-1980; Lipka, 1984], obejmujące dawny makroregion gospodarczy Polski środkowo-zachodni, opracowane metodą ewidencyjną. W obliczeniach zasobów wodnych ogólnych przyjęto współczynnik pojemności wodnej od 0,85 do 0,95 w zależności od typu hydrologicznego zasilania i użytkowania torfowiska [Iwanow cyt. Stolarska, 1962; Prończuk, 1973].

Zakres pracy obejmuje przedstawienie liczby i udziału torfowisk w 9 klasach wielkości i 4 klasach miąższości oraz wskaźnika zatorfienia poszczególnych powiatów. Poza tym obliczenie zasobów wodnych dla 1947 złóż torfowych usytuowanych w obszarze województwa lubuskiego (w tym 1389 torfowisk o powierzchni poniżej 10 ha).

## WYNIKI BADAŃ

Położenie torfowisk w Polsce, a między innymi na terenie województwa lubuskiego, ilustrują mapki zamieszczone w pracach Ilnickiego [2000] i Lipki [2001, 2002]. W województwie lubuskim torfowiska zajmują powierzchnię 458,7 km<sup>2</sup> co daje wskaźnik zatorfienia 3,3%. Najwięcej torfowisk występuje w północnej części województwa. Mają one najczęściej bardzo dużą wartość biocenotyczną i krajobrazową. Największy wskaźnik zatorfienia ma powiat gorzowski 14,4%, natomiast najmniejszy żagański – 0,59%. W tabeli 1 przedstawiono zatorfienie poszczególnych powiatów dla torfowisk o powierzchni równej lub większej od 10 ha z podziałem typologicznym. Podział tych torfowisk według klas powierzchni zamieszczono w tabeli 2. Natomiast w tabeli 3 podano wskaźniki liczbowe w odniesieniu do klas miąższości złóż torfowych.

**Tab. 1. Wskaźnik zatorfienia ( $\beta$  [%]) powiatów województwa lubuskiego z podziałem typologicznym (dotyczy torfowisk  $\geq 10$  ha)**

Lp.	Nazwa powiatu	Powierzchnia [km <sup>2</sup> ]	Typ torfowiska						Typ torfowisk ogółem		Wskaźnik zatorfienia [%]
			niskie		przełajowe		wysokie		liczba	powierzchnia [km <sup>2</sup> ]	
			liczba	powierzchnia [km <sup>2</sup> ]	liczba	powierzchnia [km <sup>2</sup> ]	liczba	powierzchnia [km <sup>2</sup> ]			
1	Gorzowski	1217	93	136,21	6	1,77	3	0,77	102	138,75	11,40
2	Krośnieński	1390	86	33,01	0	0	1	0,11	87	33,12	2,38
3	Międzyrzecki	1390	53	18,82	1	0,12	0	0	54	18,94	1,36
4	Nowosolski	1395,8	17	13,11	1	0,26	0	0	18	13,37	0,96
5	Ślubicki	999,7	24	17,31	0	0	0	0	24	17,31	1,73
6	Strzelecko-drezdenecki	1248	83	50,61	0	0	3	0,39	86	51	4,09
7	Sulęciński	1177	76	59,22	1	0,16	0	0	77	59,38	5,05
8	Świebodziński	938	47	25,3	0	0	0	0	47	25,3	2,70
9	Zielonogórski	1571	21	17,93	0	0	2	0,5	23	18,43	1,17
10	Żagański	1131	5	6,39	0	0	0	0	5	6,39	0,56
11	Żarski	1394	35	23,28	0	0	0	0	35	23,28	1,67
Razem									558	405,27	

**Tab. 2. Powierzchnia torfowisk województwa lubuskiego wg klas wielkości (dotyczy torfowisk  $\geq 10$  ha)**

Lp.	Klasa wielkości	Liczba	Udział [%]	Powierzchnia		Udział [%]
	[ha]			[ha]	[km <sup>2</sup> ]	
1	<10	0	0	0	0	0
2	10 do 25	275	49,2832	4228	42,28	10,4326
3	25 do 50	150	26,8817	5143	51,43	12,6903
4	50 do 100	68	12,1864	4778	47,78	11,7897
5	100 do 200	40	7,16846	5582	55,82	13,7735
6	200 do 400	13	2,32975	3552	35,52	8,76453
7	400 do 800	7	1,25448	3689	36,89	9,10257
8	800 do 1000	0	0	0	0	0
9	>1000	5	0,89606	13555	135,55	33,4468
Razem:		558	100	40527	405,27	100



**Tab. 3. Klasy miąższości złóż torfowych w województwie lubuskim (dotyczy torfowisk  $\geq 10$  ha)**

Lp.	Klasa miąższości	Liczba	Udział	Powierzchnia		Udział
	[m]		[%]	[ha]	[km <sup>2</sup> ]	[%]
1	<1.0	154	27,60	6234	62,34	15,39
2	1.0-2.0	288	51,61	30008	300,08	74,06
3	2.0-3.0	89	15,95	3823	38,23	9,44
4	3.0-5.0	27	4,84	462	4,62	1,14
	Razem:	558	100	40527	405,27	100

Obliczone zasoby wodne ogólne złóż torfowych w mln m<sup>3</sup> na obszarze całego województwa oraz w poszczególnych powiatach zostały podane w tabeli 4.

**Tab. 4. Sumaryczne zestawienie ogólnych zasobów wodnych złóż torfowych w powiatach województwa lubuskiego**

Lp.	Nazwa powiatu	Powierzchnia powiatu	Zasoby wodne złóż torfowych
		km <sup>2</sup>	mln m <sup>3</sup>
1	Gorzowski	1217	220,0
2	Krośnieński	1390	46,6
3	Międzyrzecki	1390	25,2
4	Nowosolski	1395,8	18,4
5	Słubicki	999,7	19,9
6	Strzelecko-drezdenecki	1248	65,3
7	Sulęciński	1177	96,7
8	Świebodziński	938	39,7
9	Zielonogórski	1571	23,9
10	Żagański	1131	4,8
11	Żarski	1394	29,0
	Razem		589,5

Z przedstawionych danych wynika, że ilość wody retencjonowanej w złożach województwa lubuskiego (590 mln m<sup>3</sup>) znacznie przewyższa pojemność całkowitą największego w Polsce zbiornika wodnego w Solinie – 474 mln m<sup>3</sup> [Krzysztof, 2000].

Na badanym terenie przeważają zdecydowanie torfowiska typu niskiego (98,0%), najczęściej o alimentacji fluwioogenicznej, które powstały w wyniku zalądowania dawnych meandrów lub przepływowych jezior. Przykładem takiej sytuacji mogą być doliny Pliszki i Ilanki [Lipka i Frankiewicz, 1980; Lipka i in., 2002], gdzie pod warstwą torfu o znacznej miąższości zalegają grube warstwy najczęściej gytii wapiennej. Wśród torfowisk o małej powierzchni (nieprzekraczającej 10 ha) dość liczną grupę stanowią bardzo głębokie torfowiska o typie hydrologicznego zasilania topogenicznym, powstałe wskutek zalądowania tzw. studni eworsyjnych oraz soligeniczne.

Pod względem stratygraficznym wśród torfowisk typu niskiego dominują torfy szuwarowe (*Cariceti* i *Cariceto-Phragmiteti*), stopień rozkładu  $R_{sr} = 30-45\%$ , popielność  $A_{sr}=12-28\%$  oraz olchowy (*Alneti*)  $R_{sr} = 42$ ,  $A_{sr} = 26\%$ , a także turzycowomyszasty (*Cariceto-Bryaleti*) –  $R_{sr} = 24\%$ ,  $A_{sr} = 16\%$ . Natomiast wśród torfowisk typu wysokiego dominuje torf wełniankowo-torfowcowy (*Eriophoro-Sphagneti*) –  $R_{sr}= 15\%$ ,  $A_{sr} = 9,0\%$ .

Pod względem użytkowania terenów torfowiskowych łąki i pastwiska stanowią 58%, natomiast torfowiska leśne 23%.

## WNIOSKI

Na terenie województwa lubuskiego w 1947 złożach torfu (1845 złóż typu niskiego, 49 wysokiego i 43 przejściowego) ogólne zasoby wody wynoszą 590 mln m<sup>3</sup>, co szczególnie w aspekcie retencji wodnej ma duże znaczenie. Przy tym bardzo ważną funkcję spełniają torfowiska leśne i śródleśne, wpływając korzystnie na biocenozę lasu. Powinny być one traktowane jako użytki ekologiczne.

Analiza typów hydrologicznego zasilania (THZ) w województwie lubuskim wykazała dominację torfowisk o alimentacji fluwiogenicznej i topogenicznej.

Mając na uwadze wielofunkcyjne znaczenie mokradeł w środowisku przyrodniczym i niezbyt wysoki wskaźnik zatorfienia ( $\beta = 3,3\%$ ) na obszarze województwa lubuskiego, należy całkowicie wykluczyć możliwość eksploataowania torfu na terenach śródleśnych i w pobliżu lasów, natomiast na pozostałym obszarze ograniczyć wyłącznie do ewentualnych celów balneologicznych i szkółkarskich.

## LITERATURA

- BRANDYK T., SZUNIEWICZ J., SZATYŁOWICZ J., HEWELKE P., 1995: Gospodarowanie wodą w profilach gleb torfowo-murszowych w aspekcie ich renaturyzacji. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, nr 266, Ser. Konferencje, t. 8, 93-104.
- BYCZKOWSKI A., 1996: Hydrologia, t. II. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- ILNICKI K., 2000: Torfowiska i torf. Wyd. AR Poznań.
- KRZANOWSKI S., 2000: Wpływ retencji zbiornikowej na wybrane elementy środowiska ze szczególnym uwzględnieniem zmian reżimu przepływów w rzece poniżej zbiornika (na przykładzie dorzecza Sanu). Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Rozprawy. Z. 259.
- LIPKA K., JÓŹWIAK Z., GACZKOWSKI H., SZYTÓW A., 1977-1980: Inwentaryzacja i ocena gospodarcza złóż torfu i torfowisk w Polsce. Makroregion południowo-zachodni. Instytut Melioracji Rolnych i Leśnych – Zespół Torfoznawstwa AR w Krakowie (maszynopis).
- LIPKA K., FRANKIEWICZ J.K., 1980: Torfowiska w dolinie rzeki Ilanki (woj. zielonogórskie). Zesz. Nauk. AGH w Krakowie. Geologia. t. 6. Z. 4, 83-97.



- LIPKA K., 1984: Ocena gospodarcza złóż torfowych w Polsce. [W:] Gospodarka zasobami przyrody. Pr. zbior. pod red. S. Kozłowskiego. PAN, Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju, Studia, t. 85, PWE, Warszawa, 56-77.
- LIPKA K., 2000: Torfowiska w dorzeczu Wisły jako element środowiska przyrodniczego. Zesz. Nauk. AR w Krakowie. Rozprawy. Z. 255.
- LIPKA K., KOWALCZYK M., 2001: Znaczenie mokradeł leśnych na przykładzie nadleśnictwa Gubin w województwie lubuskim. Politechnika Zielonogórska. Zesz. Nauk. nr 125. Inż. Środ. 11. 199-210.
- LIPKA K., ZAJĄC E., KOWALCZYK E., KLATKA S., 2002: Torfowiska nadleśnictwa Torzym w województwie lubuskim. Rocz. AR w Poznaniu. Melior. Inż. Środ. 23. 255-266.
- MIODUSZEWSKI W., 1995: Rola torfowisk w kształtowaniu zasobów wodnych małych zlewni rzecznych. [W:] Torfoznawstwo w badaniach naukowych i praktyce. Sesja Naukowa, Falenty, Materiały Seminaryjne IMUZ, 34, 305-314.
- NOWICKI Z., KOC J., CYMES I., 1996: Zasoby wodne zlewni Łyny i możliwości ich wykorzystania. Przegląd Naukowy Wydziału Melioracji i Inżynierii Środowiska SGGW w Warszawie, Z. 10, 83-93.
- NYC K., POKŁADEK R., CZARNECKI A., 1998: Efekty stosowania regulowanego odpływu w ciekach melioracyjnych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 458, 253-262.
- PROŃCZUK J., 1973: Czy wszystkie bagna osuszać? Aura, 10, 10-13.
- STOLARSKA A., 1962. Próba ustalenia pojemności wodnej złóż torfowych na terenie Polski. Prace i studia Komitetu Inżynierii i Gospodarki Wodnej PAN, PWN Warszawa.
- ZIMECKI T., 1988: Od Hańczy do australijskiej Thamson River. Wydawnictwo Poznańskie.

**Piotr Lewandowski, Mieczysław Szustakowski**

Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski

## ŹRÓDŁA ZANIECZYSZCZEŃ RZEKI WARTY

### THE POLLUTION SOURCE OF WARTA RIVER

**Słowa kluczowe:** Warta, zlewnia, ścieki, gęstość zaludnienia równoważna.

**Streszczenie:** Rzeką Warta w środkowym biegu przepływa przez rozwinięty gospodarczo region Polski. Na podstawie wielkości zrzutów ścieków na badanym odcinku biegu rzeki obliczono tzw. gęstość zaludnienia równoważną (GZR) badanej zlewni rzeki Warty, równą 138,8 M/km<sup>2</sup>.

**Key words:** Warta river, catchment, sewage, equivalent density of population.

**Summary:** Warta river flows in central part through developed economically region of Poland. On base of magnitude of drops of sewage on investigated section of Warta river, so-called equivalent density of population (EDP) of examined catchment was counted.

## WSTĘP

Warta jest największym dopływem Odry. Bierze ona początek we wsi Kromolów na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej, a do Odry wpada pod Kostrzynem w woj. lubuskim [Biblioteka Monitoringu Środowiska, 1994]. Ogólna powierzchnia dorzecza Warty wynosi 54 528,7 km<sup>2</sup> i stanowi 17% powierzchni Polski oraz 45,9% powierzchni zlewni Odry. Wody rzeki Warty bardzo poważnie wpływają, więc na czystość wód Odry. Warta pod względem geomorfologicznym obejmuje obszar pradolin, zbudowany z utworów czwartorzędowych. W krajobrazie dominują szerokie pradoliny, w których występują szerokie doliny aluwialne, zajęte przeważnie przez łąki, płaskie lub lekko pofalowane uprawne równiny moreny dennej, zalesione pagórki moren czołowych i równin sandrowych oraz wcięte rynny jeziorne. Badaniem objęto odcinek rzeki Warty, między pkp w Nowej Wsi Podgórnej (465,7 km), a pkp poniżej miasta Sierakowa (671,2 km), obejmujący rozwinięty gospodarczo region Polski (rys. 1). Na badanym odcinku rzeka przejmuję wody szeregu dopływów. Celem badań była identyfikacja źródeł zanieczyszczeń oraz ocena obciążenia zlewni w środkowym biegu rzeki Warty. W pracy nie uwzględniano stanu czystości wód płynących z górnego biegu rzeki oraz dopływów. Badaniem objęto wody Warty w ośmiu przekrojach kontrolno-pomiarowych. W pracy wykorzystano wyniki badań stanu czystości Warty prowadzonych w roku 2000 przez WIOŚ w Poznaniu [Pułyk, 2001].



## WARUNKI KLIMATYCZNE

Według podziału rolniczo-klimatycznego Polski, dorzecze Warty leży w Dzielnicy Środkowej Polski, na której występują najniższe w skali roku opady atmosferyczne (<500 mm/rok) oraz największa liczba dni słonecznych (<50). Średnia temperatura roczna wynosi 8°C. Niskie sumy opadów atmosferycznych oraz stosunkowo ciepły klimat są przyczyną dużych deficytów wodnych na tym obszarze.

## HYDROLOGIA WARTY

Warta na badanym obszarze jest rzeką wolno płynącą. Stany wód Warty wahają się zgodnie rytmem zmian sezonowych. Z początkiem roku hydrologicznego następuje powolny wzrost stanu wody i przepływu, świadczący o wyrównanym niedoborze zlewni wodnych po okresie stanów niskich. W okresie tym, trwającym zwykle trzy miesiące, stany wód układają się w strefie stanów średnich. W miesiącach zimowych obserwuje się dużą nieregularność przepływów. Od połowy lutego na Warcie występuje sezon wezbrania wiosennego, aby w drugiej połowie marca po ustąpieniu lodów wystąpiło wezbranie katastrofalne. Późną wiosną do początków czerwca występuje stan przejściowy o przepływie zbliżonym do przepływu średniego z wielolecia. Ostatni okres rocznego cyklu obejmuje miesiące letnio-jesienne. Z reguły jest to cykl, gdzie następuje głównie zasilanie rzeki wodami podziemnymi [IMGW, 1996].

## BUDOWLE WODNE

W zlewni badanego odcinka Warty znajduje się około 2000 obiektów hydrotechnicznych. Większość z nich zlokalizowana jest na kanałach i dopływach. Na odcinku Warty objętym badaniem nie ma obiektów piętrzących i innych obiektów, które wywierałyby większy wpływ na warunki tlenowe przepływającej wody. Z tego powodu autorzy uznali, że wpływ tych obiektów na procesy samooczyszczania Warty jest znikomy. Warta w obrębie Poznania (558-573 km) w połowie XIX wieku poddana została regulacji, a od tamtych czasów wielokrotnie zmieniano przebieg jej koryta.

## ŹRÓDŁA ZANIECZYSZCZEŃ WÓD RZEKI WARTY

Na jakość wód rzeki Warty decydujący wpływ mają bezpośrednie zrzuty ścieków z miast i zakładów przemysłowych położonych wzdłuż jej biegu oraz ładunki zanieczyszczeń wprowadzanych wraz z wodami dopływów. Stan czystości wody pogarszają również zanieczyszczenia obszarowe, szczególnie substancje biogenne spływające z terenów rolniczych. Na jakość wody w górnym biegu Warty wpływają zrzuty ścieków m.in. z Zawiercia, Myszkowa, Częstochowy, Sieradza, Uniejowa, Koła i Konina. Ważniejsze źródła zanieczyszczeń rzeki na badanym odcinku biegu rzeki przedstawiono w tabeli 1. Jak wynika z tabeli, łączne zrzuty ścieków na badanym

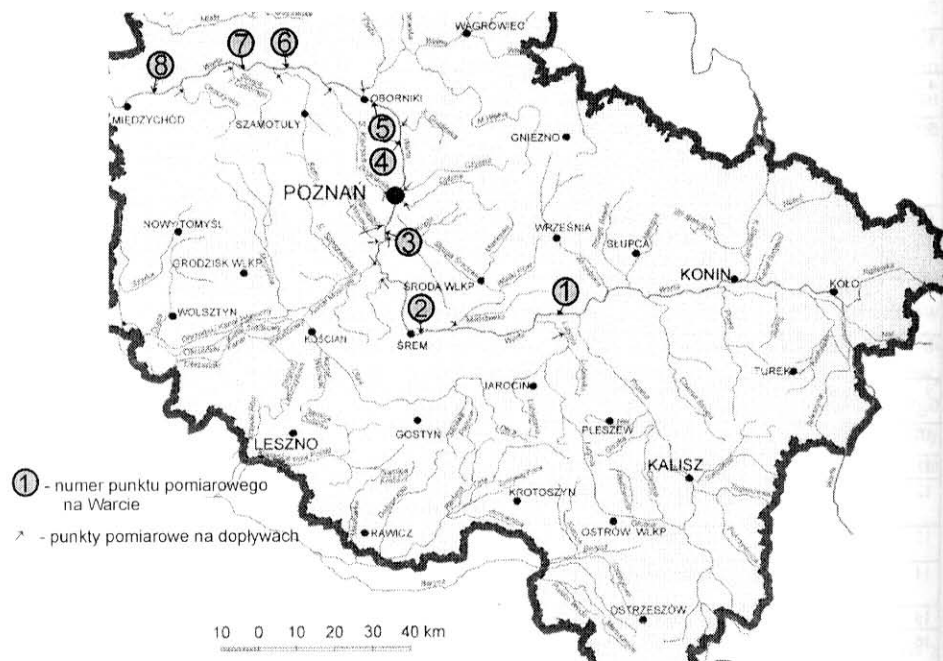
obszarze zlewni rzeki Warty wynoszą 319 706 m<sup>3</sup>/d. Jeśli przyjąć, że na jednego mieszkańca w Polsce przypada 160 dm<sup>3</sup>/d ścieków, otrzymamy równoważną liczbę mieszkańców (RLM), równą 1998162,5, co dla powierzchni badanego obszaru 120x120 km daje równoważną gęstość zaludnienia (RGZ) 138,8 M/km<sup>2</sup>. Wielkość ta wydaje się być normą do przyjęcia na początku XXI wieku w Europie Środkowej. Na podstawie danych udostępnionych przez WIOŚ w Poznaniu oraz IMGW w Poznaniu opracowano profil hydrochemiczny badanego odcinka biegu rzeki (rys. 2), który przedstawia rozmieszczenie punktów kontrolno-pomiarowych, punkty zrzutów ścieków, dopływy, linię tlenową, BZT<sub>5</sub> oraz zawartość azotu i fosforu wzdłuż badanego odcinka rzeki Warty dla średnio niskiego stanu wód z okresu wiosennego.

**Tab. 1. Ważniejsze bezpośrednie źródła i zrzuty ścieków do rzeki Warty [Pulek, 2001]**

Lp.	Miejscowość	Zakład	Rodzaj ścieków	Typ oczyszczalni	Zrzuty. [m <sup>3</sup> /d]
1	Orzechowo	Orzechowskie Zakłady Przemysłu Sklejek	Bytowe, technologiczne	Mechaniczno-biologiczna	336
2	Śrem	Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji	Komunalne	Mechaniczno-biologiczna	4800
3	Mosina	Urząd Miasta i Gminy	Komunalne	Mechaniczno-biologiczna	1450
4	Puszczykowo	Szpital kolejowy	Bytowe, technologiczne	Mechaniczno-biologiczna	250
5	Luboń	Zakłady Chemiczne Luboń	Bytowe, technologiczne	Mechaniczno-chemiczna	3810
			Chłodnicze i opadowe	Mechaniczno-chemiczna	1330
6	Luboń	Wielkopolskie Przedsiębiorstwo Przemysłu Ziemniaczanego	Technologiczne	RWS	3370
			Bytowe, technologiczne, opadowe	Mechaniczna	430
7	Poznań	Beiersdorf-Lechia	Technologiczne, opadowe	Mechaniczna	2120
8	Poznań	Stomil	Chłodnicze, opadowe	Mechaniczno-biologiczna	330
9	Poznań	Elektrociepłownia	Technologiczne, chłodnicze, opadowe	Mechaniczna	24480
10	Poznań	PWiK Poznań LOŚ	Komunalne	Mechaniczna	60000
11	Poznań	PWiK Poznań Sp. Zoo	Komunalne	Nieoczyszczone	80000
12	Poznań	Elektrociepłownia EC-II	Technologiczne, chłodnicze, opadowe	Mechaniczna	6670
13	Poznań	Centra S.A.	Technologiczne	Chemiczna	260
14	Poznań	Friesland Naramowice	Bytowe, technologiczne	Mechaniczno-biologiczna	250
15	Koziegłowy	PWiK Poznań - COŚ	Komunalne	Mechaniczna	120000
16	Czerwonak	Zakład Produkcyjny Remontowo-Energetyczny	Technologiczne, opadowe	Mechaniczno-chemiczna	160
17	Czerwonak	Fabryka Papieru i Tektury	Bytowe, technologiczne	Mechaniczna	1720
18	Bolechowo	Tłocznia Metali Pressta S.A.	Chłodnicze, opadowe	Mechaniczno-chemiczna	1600
19	Biedrusko	Wojskowa Administracja Koszar	Bytowo-gospodarcze	Mechaniczno-biologiczna	100
20	Biedrusko	Wojskowa Agencja Mieszkaniowa	Bytowo-gospodarcze	Mechaniczno-biologiczna + chemiczna	20

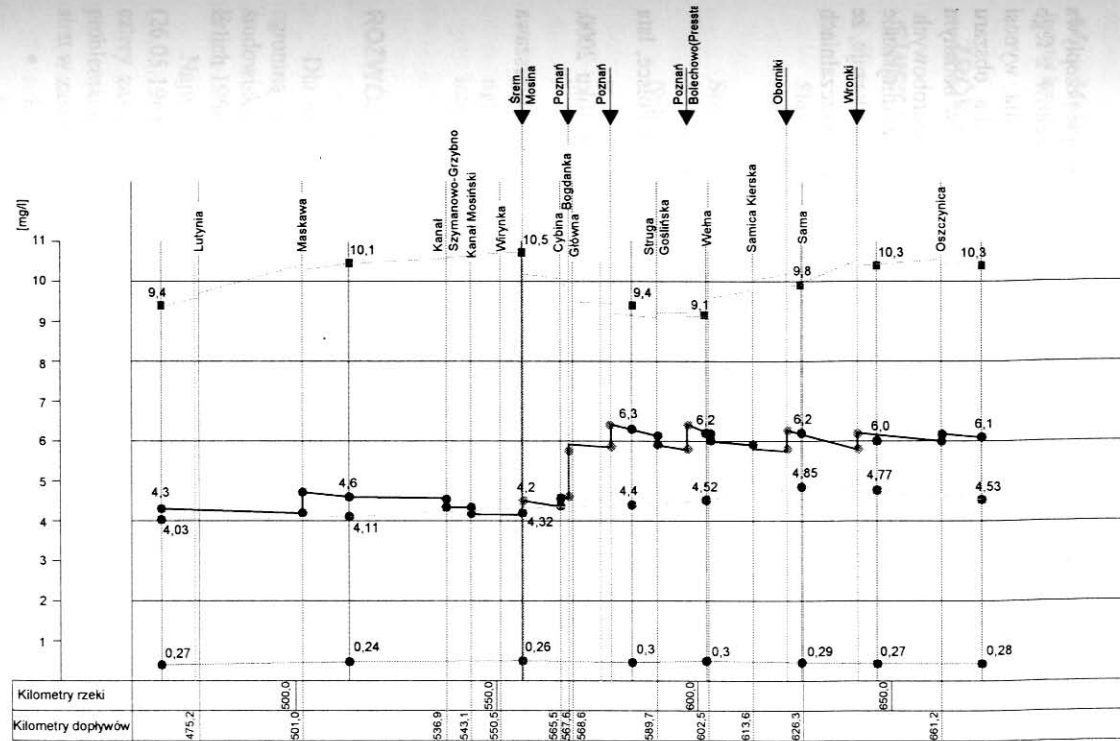


21	Szlachecin	PWiK Poznań	Komunalne	Mechaniczno-biologiczna	1500
22	Oborniki	PWiK Oborniki	Komunalne	Mechaniczna	990
23	Oborniki	PWiK Oborniki	Komunalne	Mechaniczno-biologiczna	650
24	Obrzycko	Urząd Miasta Obrzycko	Komunalne	Mechaniczno-biologiczna	120
25	Wronki	Zakład Komunalny Wronki	Komunalne	Bez oczyszczania	1914
				Mechaniczno-biologiczna	276
26	Wronki	Amica S.A.	Bytowe, technologiczne	Mechaniczno-biologiczna + chemiczna	260
27	Sieraków	Urząd Miasta Sieraków	Komunalne	Mechaniczno-biologiczna	510
Razem, m <sup>3</sup> /d					319706



Rys. 1. Rozmieszczenie punktów pomiarowych na badanym Odcinku Warty

punkty pomiarowe  
dopływy boczne  
punkty zrzutowe ścieków  
zawartość tlenu rozpuszczonego  
zawartość BZT<sub>5</sub>  
zawartość azotu ogólnego  
zawartość fosforu ogólnego



Rys. 2. Profil hydrochemiczny dla badanego odcinka Warty



## PODSUMOWANIE

Warta jest największym dopływem Odry. W swoim środkowym biegu przepływa ona przez rozwinęty gospodarczo obszar Polski. Obliczony ładunek ścieków z tego obszaru zlewni w przeliczeniu na tzw. równoważną gęstość zaludnienia wynosi 138,8 M/km<sup>2</sup>, co należy ocenić jako wartość mieszczącą się normie dla obszaru środkowej Europy. Z przebiegu linii tlenowej wynika, że warunki tlenowe w badanym okresie wiosennym były zadowalające i nie obserwowano stanów anaerobowych. Wyraźnie obserwuje się wpływ aglomeracji poznańskiej na wzrost BZT<sub>5</sub> i zmniejszenie stężenia tlenu w wodzie (rys. 2). Znaczne stężenie tlenu w wodach Warty wskazuje, że ścieki odprowadzane do Warty są generalnie dobrze oczyszczane w oczyszczalniach ścieków.

## LITERATURA

- Biblioteka Monitoringu Środowiska, 1994: Atlas zanieczyszczenia rzek w Polsce, lata 1990-1992, Warszawa.
- PUŁYK M. (red.), 2001: Raport o stanie środowiska w Wielkopolsce w roku 2000. Biblioteka Monitoringu Środowiska WIOŚ Poznań.
- IMGW, 1996: Stan i wykorzystanie zasobów wód powierzchniowych Polski, Warszawa - Kraków.

**Adam Małecki**

Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski

## **ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ ROLNICTWA ZINTEGROWANEGO**

### **SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF INTEGRATED AGRICULTURE**

**Słowa kluczowe:** zrównoważony rozwój, czyste technologie, rolnictwo ekologiczne i integrowane.

**Streszczenie:** W artykule omówiono genezę zrównoważonego rozwoju, jego istotę, obowiązujące prawo, zasady i program oraz cechy zrównoważonego rozwoju i rolnictwa integrowanego.

**Key words:** equable development, clear technology, ecological agriculture and integration.

**Summary:** In the article described origin of equable development, its essence, rights, principles and program as well as features of equable development and integrating agriculture.

## **ROZWÓJ WSPÓŁCZESNEJ PROBLEMATYKI EKOLOGICZNEJ**

Dla uświadomienia sobie przez całą ludzkość jedności w zagrożeniu środowiska ogromną wagę miały opracowania przedstawiające różne zjawiska degradacji środowiska, wywołujące szeroki odzew społeczny [Karson, 1962; Bookchin, 1964; Erlich 1968].

Największe jednak wrażenie wywarł raport Sekretarza Generalnego ONZ (26.05.1968), mówiący o kryzysie ekologicznym w skali globalnej. Autor wysuwa cztery zasadnicze zagadnienia z punktu widzenia ochrony środowiska: zaludnienie z problemami urbanizacji, uprzemysłowienie i rozwój techniki, chemizację oraz problem strat w zasobach przyrody. Na uwagę również zasługują następujące dokumenty:

- konferencja sztokholmska ONZ (5-16.06.1972), poświęcona ochronie środowiska, której raport stał się pierwszym międzynarodowym manifestem dla ratowania i przywrócenia równowagi środowiska,
- raport Klubu Rzymskiego (1972) *Granice wzrostu*, podważający przekonanie o racjonalności dotychczasowego rozwoju gospodarczego,
- międzynarodowa konferencja UNESCO (1972) „Człowiek i biosfera”, która przyjęła dwa akty prawne: *Konwencję w sprawie ochrony światowego dziedzictwa kulturowego i naturalnego* oraz *Zalecenia w tej sprawie dla krajów nie przystępujących do konwencji*. Konwencja ta weszła w życie w



1975 r. O sukcesie konwencji świadczy fakt, że obecnie podpisało ją 136 krajów, a na liście dziedzictwa kulturowego i naturalnego wpisanych jest 754 obiektów i co roku dopisywane są nowe: 582 zabytki kultury (18 polskich), 149 zabytków przyrody (5 polskich), 23 obiekty mieszane i 129 wydzielonych obszarów,

- UNEP (Międzynarodowa Unia Ochrony Przyrody) w Tbilisi (1977), poświęcona sprawom edukacji ekologicznej jako jednego z głównych elementów globalnych działań na rzecz poprawy stanu środowiska naturalnego i przetrwania naszej cywilizacji,
- deklaracja wiedeńska (1983) w sprawie zahamowania zbrojeń, rezygnacji ze stosowania broni termojądrowej oraz rozwiązywania konfliktów na drodze rokowań,
- uchwała IUCN z Madrytu (1984) oraz kolejnych kongresów ONZ:
  - Szczyt Ziemi w Rio de Janeiro 1992, gdzie przyjęto pięć dokumentów (w sprawie środowiska i rozwoju, *Agenda 21* – globalny program działań, konwencja w sprawie zmian klimatu i zasady w sprawie lasów). Sformułowano też 12 podstawowych reguł ery ekologicznej: uznanie rozwoju psychicznego za główny cel życia, określenie nieprzekraczalnego poziomu zaspokajania własnych potrzeb materialnych, przyjęcie przeciętnej diety w rodzinie, zaakceptowanie zrównoważonego rozwoju, ochrona głównych ekosystemów ziemi, opanowanie wiedzy o zarządzaniu zasobami przyrody, koncepcja wspierającego systemu ekonomicznego, sprawiedliwy handel, opodatkowanie krajów bogatych na rzecz rozwijających się, rozwój narodowych polityk ekologicznych, rozwijanie praw i aktywności obywateli oraz tworzenie proekologicznych struktur organizacyjnych.
  - Lucerna 1993 – konferencja „O czyste środowisko dla Europy”, na której przyjęto program działań na rzecz ochrony środowiska,
  - Sofia 1995 – konferencja „Przyrodnicza różnorodność Europy”, na której przyjęto dokument: *Paneuropejska strategia różnorodności biologicznej i krajobrazowej na lata 1996-2000*,
  - Kioto 1998 - konferencja poświęcona klimatowi,
  - Johannesburg 2002.

We wszystkich wspomnianych dokumentach podkreśla się, że u podstaw kryzysu ekologicznego w wymiarach grożących katastrofą leży krótkowzroczna i eksploatorska działalność człowieka. Chanlett [1979] twierdzi, że tym co w decydujący sposób wpływa na środowisko jest wykładniczy wzrost pięciu następujących czynników: ludności, produkcji, zużywanej energii, zajmowanej przestrzeni i zanieczyszczeń. Katastrofalna okazała się wiara, iż wzrost gospodarczy i postęp technologiczny przyniosą dobrobyt i szczęście, a zasoby surowcowe ziemi są praktycznie niewyczerpalne i można je eksploatować w sposób dowolny, często rabunkowy.

Myślenie kategoriami ekologicznymi w tych warunkach jest dziś, jak się wydaje, znakiem czasu. Jego powszechne przyjęcie przez ludzi, instytucje, rządy i wspólnotę międzynarodową jest warunkiem przetrwania i dalszego rozwoju ludzkości.

## PODSTAWOWE CECHY ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU

Paradygmat zrównoważonego rozwoju jest nową propozycją rozwoju ludzkości. Pojęcie to zaproponowała premier Norwegii Harlem Gro Brundtland w 1987 r., a wprowadzone zostało na konferencji ONZ w Sztokholmie (1972). Zajął ono istotne miejsce w rozważaniach świata nauki względem przyszłości [Loeber i in., 2002]. Zrównoważony rozwój należy rozumieć jako rozwój, który realizuje obecne potrzeby bez ograniczenia możliwości realizowania potrzeb przez przyszłe pokolenia [Auclair, 2002].

Społeczeństwo realizujące ekorozwój to „społeczeństwo uznające nadrzędność wymogów ekologicznych, których nie należy zakłócać przez wzrost cywilizacji oraz rozwój kultury i gospodarczy, zdolne do sterowania swoim rozwojem w celu utrzymania homeostazy i symbiozy z przyrodą, a więc respektujące oszczędną produkcję i konsumpcję oraz wykorzystanie odpadów, dbające o przyszłościowe konsekwencje podejmowanych działań, a więc także o potrzeby i zdrowie przyszłych pokoleń” (III sesja ONZ).

Przejawem zasad zrównoważonego rozwoju jest:

- określenie kosztów i korzyści środowiskowych, tam gdzie jest to tylko możliwe,
- racjonalne użytkowanie wszystkich elementów środowiska oraz zastąpienie dóbr nieodnawialnych odnawialnymi,
- ograniczenie technologii szkodliwych dla środowiska, zdrowia i spuścizny po współczesnym pokoleniu,
- oszczędność energii i materiałów,
- maksymalne zredukowanie odpadów i wszelkich zanieczyszczeń oraz sprawiedliwość społeczną.

Odwołanie się do zrównoważonego rozwoju ma miejsce w wielu polskich aktach prawnych: Konstytucja RP – 1997 r., Prawo Ochrony Środowiska – 2001 r., Polityka Ekologiczna Państwa, oparta na prawach ekorozwoju – 1991 [Małecki, 2003]. Służą temu również następujące dokumenty:

- Rezolucja Sejmu w sprawie wzrostu wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych – 08.07.1999 r.,
- Strategia rozwoju energetyki odnawialnej – przyjęta przez Radę Ministrów 05.09.2000 r.,
- Strategia rozwoju energetyki odnawialnej – przyjęta przez Sejm 23.08.2001 r.

Wspomniane dokumenty mają oczywisty wpływ na formułowanie wniosków, których adresatem są wszystkie podmioty publiczne, kształtujące realną politykę naszego rozwoju. Wspólnym potencjalnym efektem wdrożenia ekorozwoju ma być proinwestycyjny kierunek zmian struktury produkcji. Narodowa Strategia Rozwoju Regionalnego (NSRR) powinna być spójna, a przynajmniej nie sprzeczna z równoległe



opracowywanymi strategiami: zatrudnienia i zasobów ludzkich, rolnictwa i rozwoju terenów wiejskich, ochrony środowiska przyrodniczego i transportu. Spełniony zostanie w ten sposób postulat traktowania polityki rozwoju regionalnego jako integralnego komponentu strategii ekorozwoju kraju. Jednak bez reformy terytorialnej organizacji kraju (RTOK), która sprzyjać będzie polityce intraregionalnej, tj. polityce prowadzonej przez wspólnoty samorządowe w oparciu o własne cele i środki oraz na własną odpowiedzialność, jest to mało prawdopodobne. O tym, czy, kiedy i jakie programy, plany czy strategie będą sporządzane, rozstrzygać będą autentyczne potrzeby podmiotów planujących, mających na uwadze szczególną troskę o środowisko. Sozotechnikę należy rozumieć jako działania sprzyjające i chroniące zasoby środowiska. Skłania to do stosowania nowych bezodpadowych technologii, alternatywnych źródeł energii, a także alternatywnych sposobów użytkowania gleby. Wspomniane technologie pozwalają eliminować zagrożenia środowiska u źródeł ich powstawania, jednocześnie spełniają wszystkie kryteria wpływające na wybór procesów technologicznych: kryterium użytkowe, techniczne, społeczno-kulturowe i ekologiczne.

Celem nadrzędnym zrównoważonego rozwoju jest maksymalne obniżenie kosztów środowiskowych. Wycena zasobów naturalnych (AKK) i ocena oddziaływania na środowisko (OOS) stwarza taką możliwość, choć są to jedne z wielu elementów programu zrównoważonego rozwoju [ODA, 1989]. Oceny te nie zastępują ekonomicznego rachunku inwestycji, lecz stanowią jego integralne uzupełnienie [Winpenny, 1995]. Rachunek ekonomiczny przedsięwzięć inwestycyjnych, uwzględniający koszty i korzyści ekologiczne, jest tu szczególnie przydatny w stosowaniu dwóch spośród czterech grup instrumentów opartych na zasadach rynkowych oraz mechanizmów wsparcia finansowego. Kwantyfikacja stosowana rozważnie może wspomagać działania administracyjnie służące ochronie środowiska i ułatwi stosowanie takich instrumentów jak, podatki, subsydia i kredyty. Działania te powinny podnieść wrażliwość producentów i konsumentów na odpowiedzialne zużywanie zasobów naturalnych oraz możliwość uniknięcia zanieczyszczeń i marnotrawstwa za pomocą internalizacji kosztów zewnętrznych do cen producentów zanieczyszczeń. W ten sposób dobra przyjazne środowisku staną się bardziej konkurencyjne wobec naruszających zasady ekorozwoju. Istnieje bowiem powszechna zgoda co do tego, że skuteczność ochrony środowiska i efektywność ekonomiczna stanowią dwie najważniejsze miary polityki ekologicznej. Tak naprawdę skuteczność ochrony środowiska ma wymiar również ekonomiczny, ponieważ angażuje nakłady i koszty, przysparza rezultatów, które nie zawsze potrafimy wyrazić wartościowo, ale zawsze mają sens ekonomiczny. Trzeba tylko zaproponować alternatywne możliwości w stosunku do zmian zachowania i redukcji skali wykorzystania środowiska i jego degradacji. Stąd i nowe wyzwania dla nauki, kształcenia, badań i nowych technologii.

## ZASADY EKOROZWOJU

Realizacja zasad ekorozwoju opiera się na przestrzeganiu trzech praw: prawa celu, prawa skali i jakości oraz prawa o potrzebie rozwoju każdego regionu. Prawo celu wymaga, aby działalność człowieka dostosowana była do wymagań przyrody. O

słuszności podejmowanych decyzji gospodarczych muszą współdecydować kryteria ekonomiczne i ekologiczne.

Prawo skali i jakości podejmowanych działań gospodarczych dotyczy nieprzekraczania dopuszczalnych barier przyrodniczych, głównie zanieczyszczania powietrza, wody, gleby i biocenozy.

Trzecie prawo mówi o potrzebie rozwoju każdego regionu, zależnie od warunków przyrodniczych i woli jego mieszkańców, bez ujednolicenia programów gospodarczych, mierników rozwoju, jednolitych stylów i technik w budownictwie, przemyśle, rolnictwie, kulturze itp.

Ogólną zasadą ekorozwoju jest traktowanie ochrony środowiska jako istotnego elementu gospodarowania, która zawiera osiem zasad szczegółowych:

- zasada uwzględniania wymogów ochrony środowiska w planowaniu przestrzennym,
- zasada praworządności,
- zasada odpowiedzialności sprawcy,
- zasada likwidacji zanieczyszczeń u źródła,
- zasada kształtowania polityki ekologicznej za pomocą mechanizmów rynkowych,
- zasada regionalizmu,
- zasada uspołecznienia,
- zasada wspólnego rozwiązywania problemów ochrony środowiska.

Realizacja programu zrównoważonego rozwoju wymaga długoterminowej strategii działania. Działania te dotyczą pięciu podstawowych mechanizmów globalnego gospodarowania: ograniczenia energochłonności, ograniczenia materiałochłonności, oszczędnej gospodarki przestrzeni, ograniczenia rozwoju infrastruktury komunalnej oraz ograniczenia zagrożeń przemysłowych. Powstaje więc nowy kierunek programowania, zwany sterowaniem ekologicznym. Wyżej sformułowane zadania mają kluczowe znaczenie dla realizacji idei ekorozwoju. Dokonano oceny obecnych zagrożeń oraz przedstawiono główne kierunki działań zaradczych. Polski program ekorozwoju zakłada likwidację 27 obszarów ekologicznego zagrożenia, proekologiczną gospodarkę na obszarach o największych walorach przyrodniczych oraz proekologiczną gospodarkę wodną, ochronę atmosfery i gleby. Zmniejszenie strat środowiskowych w naszym kraju jest konieczne ze względu na ochronę zdrowia ludzkiego i ze względów ekonomicznych, jeśli mamy konkurować z gospodarką europejską. W celu wdrożenia idei ekorozwoju wprowadzono system ochrony środowiska (SOS), funkcjonujący w sześciu współzależnych podsystemach: planowania, polityki ekologicznej, podejmowania decyzji, kontroli i nauki [Kołodziejski, 1990; Minsch, 1995; Kozłowski, 1997]. Zasady zrównoważonego rozwoju (ekorozwoju) dla wsi i obszarów wiejskich są zawarte w *Agendzie 2000*, gdzie priorytetem jest rewitalizacja terenów wiejskich i ochrona dziedzictwa narodowego. Wiąże się to z rozwojem zrównoważonego rolnictwa oraz zapewnieniem bezpieczeństwa ekologicznego środowiska naturalnego. UE opracowała tzw. Dyrektywę Azotową, w której wyłożono normy i przepisy dotyczące zrównoważonej gospodarki azotem. W Polsce został opracowany Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej [Duer i in., 2002]. Dokumenty te mają formę zaleceń. Uzależnia się dopłaty bezpośrednie oraz dotacje z programów rolno-środowiskowych od stosowania



dobrych praktyk rolnych. Kraje członkowskie UE ustalają odpowiednie przepisy szczegółowe, które uzależniać będą wypłaty dotacji od przestrzegania wymagań środowiskowych. Również pomoc dla rolnictwa uzależnia otrzymanie dotacji od przestrzegania warunków produkcji rolniczej przyjaznej środowisku [Pocza, 2003].

Gospodarstwo rolne w systemie rolnictwa zrównoważonego jest traktowane nie tylko jako przedsiębiorstwo produkcyjne, ale również jako część otaczającego go ekosystemu, a produkcja odbywa się w oparciu o naturalne zasoby środowiska. Z definicji rolnictwa zrównoważonego wynika, że jednym z jego zadań jest ochrona i kształtowanie zasobów rolniczej przestrzeni ekologicznej. Wśród tych zasobów jest krajobraz, a najmniejszą jego jednostką jest ekosystem. Gospodarstwa stanowią więc wyodrębnioną jednostkę ekosystemu, z którym są powiązane. Oprócz celów produkcyjno-ekonomicznych i społecznych i mają realizować cele ekologiczne. W ich ramach mają chronić glebę, wodę, powietrze i bioróżnorodność oraz inne walory krajobrazu. Cele te można osiągnąć stosując rolnictwo integrowane, które wymaga od rolnika szerokiej wiedzy i przygotowania specjalistycznego. W metodzie tej maksymalnie ogranicza się środki chemiczne (ochrony roślin i nawozy syntetyczne), łącząc ich stosowanie z metodami mechanicznymi, biologicznymi i agrotechnicznymi. Dużego znaczenia nabiera właściwy płodozmian i racjonalna gospodarka nawozami organicznymi.

Cele ekonomiczne rolnictwa integrowanego to osiągnięcie dochodów nie mniejszych niż na poziomie gospodarstwa konwencjonalnego.

Cele ekologiczne to stosowanie technologii produkcji ograniczających skażenie środowiska przyrodniczego. W pewnym uproszczeniu można stwierdzić, że rolnictwo integrowane łączy w sobie najważniejsze cechy rolnictwa ekologicznego: płodozmian, nawożenie organiczne, uprawa przedplonów i poplonów, mechaniczna pielęgnacja, dbałość o żyzność gleby i konwencjonalne: umiarkowane stosowanie środków chemicznych. Urządzanie gospodarstwa polega na rozplanowaniu czynników produkcji pozostających w dyspozycji gospodarstwa: ziemi, pracy i środków produkcji, wyznaczając kierunek lub kierunki produkcji. Zagospodarowanie gruntów powinno być dostosowane do warunków fizjograficznych i wymagań ochrony środowiska. Podstawą planowania struktury produkcji roślinnej jest poziom wody gruntowej i rzeźba terenu. Część gruntów może być okresowo wyłączona z produkcji. Ugory i odłogi muszą być jednak utrzymane przez cały rok pod okrywą roślinną, która przynajmniej raz w roku powinna być koszona, poza okresem lęgowym ptaków. Grunty orne najlepiej podzielić na pola o podobnej wielkości i przydatności rolniczej, a liczba pól powinna odpowiadać zaplanowanemu płodozmianowi. Racjonalny płodozmian powinien obejmować 3-4 gatunki roślin na glebach lekkich i 4-5 na glebach ciężkich. Organizacja płodozmianu musi uwzględniać wszystkie wymienione wyżej cele gospodarstwa. Ułożenie płodozmianu wymaga szeregu wcześniejszych analiz i bilansów:

- bilans paszowy uwzględniający zapotrzebowanie produkcji zwierzęcej,
- analiza warunków naturalnych i wynikającego z niej doboru gatunków roślin,
- bilans obornika i składników mineralnych,
- analiza szczególnych wymagań środowiskowych poszczególnych pól (zapobieganie erozji, strefy ochronne wód powierzchniowych i krajobrazu).

Organizacja płodozmianu w aspekcie środowiskowym sprzyja realizacji wszystkich podstawowych celów ekologicznych gospodarstwa: ochronie wód, gleb, powietrza i bioróżnorodności.

## WNIOSKI

Działania ekologiczne tylko wtedy będą skuteczne, jeśli będą integralne i obejmować będą środowisko człowieka we wszystkich jego wymiarach (biosfera, technosfera, socjosfera).

Rolnicy, zarówno w interesie własnym, jak i pozostałej części społeczeństwa, zobowiązani są chronić środowisko, a stopień oddziaływania produkcji rolnej na jego jakość nie powinien być większy niż to jest nieuniknione.

Dobrze urządzone gospodarstwo powinno posiadać przynajmniej dwa podstawowe działy produkcji: roślinną i zwierzęcą.

Zarządzanie polega na codziennej realizacji procesów produkcyjnych. W produkcji roślinnej dotyczy to gospodarki składnikami mineralnymi, integrowanej ochrony roślin oraz systemu zmianowań i płodozmianów. Gospodarka składnikami mineralnymi i substancją organiczną powinna opierać się na ich bilansach, uwzględniających przychody i rozchody, co wymaga posiadania pełnego rozeznania odnośnie jakości gleb i stanu ich żyzności.

Warunkiem podejmowania trafnych decyzji jest dostęp do właściwych i aktualnych informacji.

Minimalna dokumentacja, potrzebna do właściwego zarządzania gospodarstwem, wymaga prowadzenia uproszczonego rachunku.

## LITERATURA

- AUCLAIR CH., 2002: Międzynarodowe doświadczenia w zakresie monitorowania zrównoważonego rozwoju. Biuletyn Informacyjny Urzędu Mieszkalnictwa i Rozwoju Miast, nr 11(90).
- BOOKCHIN M., 1964: Ekologia i myśl rewolucyjna. PWN, Warszawa.
- BRAUN L.R., 2001: Eco – Economy, Building an Economy for the Earth. W.W.Norton & Co, New York.
- CHANLETT E.T., 1979: Environmental protection. Mc Graw Hill, New York.
- CORLEY M., SPAPENS P., 2000: Dzielenie się światem. Instytut na rzecz Ekorozwoju. Białystok-Warszawa.
- DUER I., FOTYMA M., MADEJ A., 2002: Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Ministerstwo Środowiska. Fundacja Programów Pomocy dla Rolnictwa.
- ERLICH P., 1968: Bomba populacyjna. PWN, Warszawa.
- FIODOR B. i in., 2002: Podstawy ekonomii środowiska i zasobów naturalnych. C.H. BECK. Academia Oeconomica.
- KARSON R., 1962: The silent spring. Norton&CO, New York.



- KOŁODZIEJSKI J., 1990: Zasady i kierunki koordynacji działań na rzecz ochrony środowiska przyrodniczego. [w:] *Optymalizacja działań na rzecz ochrony środowiska*. Ekspertyza Komitetu Człowiek i Środowisko. PAN, Warszawa.
- KOZŁOWSKI S., 1997: *W drodze do ekorozwoju*. PWN, Warszawa.
- LOEBER i in., 2002: Podstawowe zasady zrównoważonego rozwoju budownictwa w Niemczech. [w:] *Materiały z Konferencji Naukowo-Technicznej*, Mragowo, 27-29 listopada. „Budownictwo spełniające wymagania zrównoważonego rozwoju”.
- MAŁECKI A., 2003: Prawo chroniące środowisko w obszarze rolnictwa. *Natura*, nr 9. PTPNoZ, Zielona Góra.
- MICHAŁOWSKI S., JACYNA I., SZULEWSKI M., 1994: *Ekologiczne wyzwania Polski*. Wyd. KOPIA, Warszawa.
- MINSCH J., 1995: *Ekologiczne sterowanie w służbie zrównoważonego ekorozwoju* [w:] *Polityka lokalna w zakresie ochrony środowiska*. Krajowy Instytut Budownictwa Samorządowego, Warszawa.
- ODA, 1989: *Manual of Environmental Appraisal*, HMSO, London.
- POCZTA W., 2003: *Dbałość o jakość żywności i środowisko naturalne w tradycyjnej produkcji rolniczej*. Ekspert-SITR, Koszalin.
- Raport U Thanta w sprawie ochrony środowiska otaczającego człowieka. CIINTE, Warszawa.
- WINPENNY J.T., 1995: *Wartość środowiska*. PWE, Warszawa.

*Adam Małecki*

Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski

## PRAWO CHRONIĄCE ŚRODOWISKO W OBSZARZE ROLNICTWA

### DOCUMENTS PROTECTING THE ENVIRONMENT ON THE AGRICULTURE AREA

**Słowa kluczowe:** konwencje, ustawy, rozporządzenia, dyrektywy, zalecenia Komisji Helsińskiej.

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono akty prawne chroniące środowisko w obszarze rolnictwa: konwencje, ustawy, rozporządzenia oraz dyrektywy i rozporządzenia UE. Zbiór tych dokumentów informuje, co jest dozwolone lub zabronione i powinien kształtować właściwe postawy wobec obowiązującego prawa oraz zapobiega popełnianiu wykroczeń, a także uczy, jak ograniczać ujemne oddziaływanie na środowisko.

**Key words:** conventions, constitutions, orders, directives, recommendation of Helsinki commission.

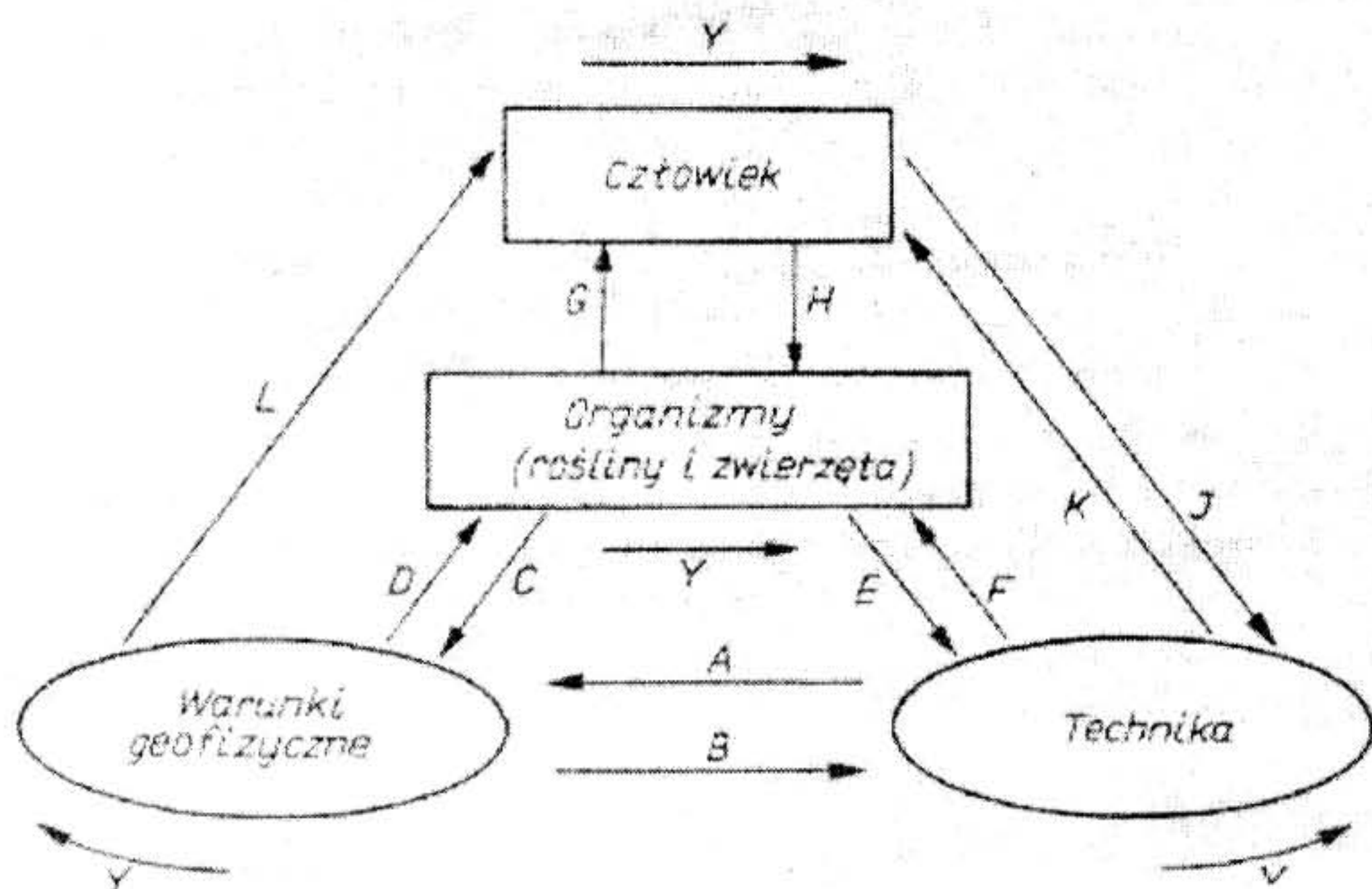
**Summary:** In the articles presented legal documents protecting the environmental on the agriculture area: conventions, constitutions, orders, directives end European Union recommendation. The collection of the documents informs us what is permissible and forbidden and it should form perpetrating offense and as well as it should teach how to limit negative influence on environment.

## WSTĘP

Od blisko 200 lat rozwija się cywilizacja przemysłowa, ale dopiero od początków lat siedemdziesiątych XX wieku ludzie zaczęli uświadamiać sobie skutki wywołanej przez nią degradacji środowiska naturalnego. Ochrona środowiska w całym świecie urosła do problemu społecznego. Model konsumpcyjny i agresywny wobec przyrody stanowi źródło zakłóceń równowagi ekologicznej. Wprawdzie technika, medycyna i rolnictwo ograniczyły w części świata głód i zlikwidowały niektóre choroby, ale pojawiły się inne zagrożenia. W wyniku zanieczyszczenia powietrza, wody, gleby, żywności, wprowadzenia pestycydów, nawozów mineralnych, nadmiernego zadymienia i zapylenia oraz olbrzymiej ilości chemicznych mutagenów i kancerogenów oraz związków radioaktywnych pojawiły się epidemie chorób cywilizacyjnych. Zagrożone zostało zdrowie przyszłych pokoleń i nastąpiła degradacja środowiska. Ludzie muszą przyswoić sobie podstawową prawdę cybernetycznych sprzężeń, że jeśli zniszczą swe środowisko, zniszczą siebie samych. Totalne procesy degradacji środowiska nie dadzą



się zahamować bez udziału szerokich rzesz społecznych w działaniach zapobiegawczych. Niezbędne są aktywne, zaangażowane postawy wobec zjawisk ekologicznych, spostrzeganych już wcześniej [Dorst 1971; Leńkowa 1971; Szafran i in. 1975; Meadows i in. 1973; Myczkowski 1976; Masarovic, Pestel 1977; Chanlett 1979; Mioduszevska 1985; Stawiński 1985; LOP 1985]. W przyrodzie jednym z podstawowych praw jest prawo równowagi, według którego procesy syntezy, wzrostu i zagęszczenia są równoważone procesami rozpadu, degradacji i rozproszenia. Wynikiem równowagi jest możliwość recykliczacji zjawisk i ich odtwarzanie. Obok postawy racjonalnego umiarkowania, gdy chodzi o stan posiadania dóbr materialnych i zachowanie równowagi w tym, co się z przyrody zabiera i co się jej w zamian oddaje, konieczne są: oszczędność i eliminowanie marnotrawstwa oraz respektowanie granic wydolności środowiska [Andrzejewski, 1979]. Doświadczenia uczą, że człowiek, im więcej wytworzy jednego produktu i osiągnie większy zysk, tym bardziej w sposób bezmyślny ogranicza tworzenie produktu konkurencyjnego, zakłócając równowagę. Ochrona przyrody z definicji jest nauką o całokształcie przemian zachodzących w przyrodzie pod wpływem społecznej i gospodarczej działalności człowieka (rys. 1).



**Rys. 1. Ekosystem w strefie cywilizacji [Andrzejewski, 1979]**

Objaśnienia:

- A-B: wzajemne wpływy warunków geograficznych i technicznej działalności człowieka,
- C-D: wzajemne sprzężenia biotycznych i abiotycznych warunków życia w przestrzeni różnych ekosystemów,
- E-F: bezpośredni wpływ techniki na układy żywe i uwarunkowania techniczne przez żywe składniki systemów ekologicznych,
- G-H: bezpośrednie oddziaływanie biocenoz na człowieka oraz wpływ człowieka na stosunki bio- i agrocenotyczne,
- J-K: związek i wzajemne wpływy techniki i człowieka,
- L: uzależnienie człowieka od warunków geograficznych,
- Y: wewnętrzne sprzężenia zwrotne w każdym podsystemie.

## DOSTOSOWANIE DO UNII EUROPEJSKIEJ

Troska o przyrodę i środowisko życia człowieka znajduje odzwierciedlenie w przepisach prawnych i zaleceniach, aby uczulić świadomość człowieka na rodzące się problemy, obowiązek ratowania, ochrony i kształtowania naturalnego środowiska, a także narodowych walorów kulturowych. Dostosowanie polskiego rolnictwa do unijnego oznacza przygotowanie jednostek gospodarczych do sprostania konkurencji na obszarze jednolitego rynku oraz spełnienia wszystkich warunków, wynikających z przepisów prawa europejskiego, w tym przede wszystkim przepisów weterynaryjnych, sanitarnych, fitosanitarnych, z zakresu ochrony środowiska i właściwego traktowania zwierząt. Pomimo że dostosowania w sektorze rolnym obejmują różne obszary, w artykule główny akcent położono na wymagania dotyczące gospodarstw rolnych związanych z ochroną środowiska. Intensywna produkcja rolna stwarza zagrożenie dla środowiska naturalnego wynikające głównie z użycia nawozów i środków ochrony roślin oraz obsady inwentarza żywego. Negatywne skutki dla środowiska mogą wynikać również z błędów i braku staranności w wykonywaniu zabiegów agrotechnicznych. W tym celu opracowane zostały zalecenia działań w rolnictwie – Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej [Liro, 2000].

**Tab. 1. Nowe akty prawne dotyczące rolnictwa**

Lp.	Akty prawne	Ogłoszenie
1	Europejska konwencja o ochronie zwierząt hodowlanych	Dz. Wspólnot Europejskich z 17 listopada 1978 r. ze zmianami z 11 grudnia 1992 r.
2	Zalecenie UE 7/2 dotyczące ograniczania oddziaływań biogenów z rolnictwa	11 lutego 1986 r.
3		
4	Zalecenie UE 9/3 dotyczące oddziaływań składników pokarmowych z rolnictwa	15 lutego 1988 r.
5	Dyrektywa EWG 91/676	Dyrektywa azotowa z 1991 r.
6	Zalecenie UE 13/7 w sprawie ułatniania amoniaku z miejsc przechowywania nawozów organicznych	6 lutego 1992 r.
7	Zalecenie UE 13/9 w sprawie ograniczania wymywania związków azotowych, głównie azotanów z terenów użytkowanych rolniczo	
8	Zalecenie UE 13/10 w sprawie ograniczania erozji i wymywania fosforu	
9	Zalecenie UE 13/11 w sprawie redukcji odpadów pochodzących z gospodarstwa	
10	Zalecenie UE 13/12 w sprawie zarządzania ekosystemami wód słodkich w celu zatrzymania składników	3 lutego 1993 r.
11	Zalecenie UE 14/4 z 3 lutego 1993 w sprawie ograniczania ułatniania amoniaku z budynków inwentarskich	
12	Konwencja o różnorodności biologicznej	Ustawa z 31 sierpnia 1995 r. o ratyfikacji Konwencji o różnorodności biologicznej. DzU z 1995 r., nr 118, poz. 565
13	Rozporządzenie Rady nr 820/97 z 21 kwietnia 1997 r.	WE 1141/97 z marca 1997.
14	Ustawa z 26 lipca 2000 r. o nawozach i nawożeniu	DzU z 2000 r., nr 89, poz. 991



15	Zalecenie 21/1 z 2 marca 2000 r. dotyczące poprawki do załącznika III, Kryteria i środki dotyczące zapobiegania zanieczyszczeniom ze źródeł lądowych” do Konwencji Helsińskiej z 1992 r.	20 marca 2000r.
16	Rozporządzenie Ministra Środowiska z 11 września 2001 r. w sprawie określenia listy gatunków roślin rodzimych dziko występujących objętych ochroną gatunkową ścisłą i częściową oraz zakazów właściwych dla tych gatunków i odstępstw od tych zakazów	DzU z 2001 r. nr 106, poz. 1167, 1456
17	Ustawa z 1 i 7 czerwca 2001 r. o nawozach i nawożeniu oraz ich stosowaniu i szkoleniach	DzU z 2001 r., nr 72, poz. 747 DzU z 2001 r. nr 60, poz. 616
18	Ustawa z dnia 16 marca 2001 r. o rolnictwie ekologicznym	DzU z 2001 r., Nr 38, poz. 452
19	Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 sierpnia 2001 r. w sprawie określenia rodzajów siedlisk przyrodniczych podlegających ochronie	DzU z 2001 r., nr 92, poz. 1029
20	Ustawa z 27 kwietnia 2001 r. o odpadach	DzU z 2001 r., nr 62, poz. 628
21	Ustawa z 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska	DzU z 2001 r., nr 62, poz. 627
22	Dyrektywa Rady 91/676/EWG z 12 grudnia 1991 dotycząca ochrony wód przed zanieczyszczeniem powodowanym przez azotany pochodzące ze źródeł rolniczych	Transpozycja do prawa polskiego poprzez ustawę Prawo wodne (poz. III -2, 9); Rozporządzenia MRiRW z 1.06.2001 r. poz. IV - 11, 12
23	Dyrektywa Rady 80/778/EWG z 15 lipca 1980 r. w sprawie ochrony wód przed podziemnych przed zanieczyszczeniami spowodowanymi przez niektóre substancje niebezpieczne	Transpozycja do prawa polskiego poprzez ustawę Prawo wodne (poz. III - 2)
24	Dyrektywa Rady 91/21/EWG z 12 czerwca 1986 r. w sprawie ochrony środowiska, w szczególności gleby podczas stosowania w rolnictwie osadów ściekowych	Transpozycja do prawa polskiego poprzez ustawę o odpadach (poz. III- 4)
25	Dyrektywa Rady 92/43/EWG z 21 maja 1992 r. w sprawie ochrony siedlisk naturalnych oraz dzikiej fauny i flory	Transpozycja do prawa polskiego poprzez ustawę o ochronie przyrody (poz. III -3)
26	Rozporządzenie Ministra Środowiska z 9.09 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi	DzU nr 165, poz. 1359. Weszło w życie 19.X.2002.
27	Rozporządzenie Rady Ministrów z 24 września 2002 r. w sprawie określenia rodzajów inwestycji mogących znacząco oddziaływać na środowisko	DzU 02.179.1490
28	Ustawa z 10.10. 02 r. o zmianie ustawy o podatku rolnym	DzU nr 200, poz. 1680, 1683. Weszła w życie 01.01.2003.
29	Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z 29.10.2002 i 04.11.2002 r. w sprawie szczegółowych warunków weterynaryjnych	DzU nr 192, poz. 1609 i 1610.

Zagadnienia związane z zanieczyszczeniami pochodzenia rolniczego są przedmiotem wielu przepisów szczegółowych, ale najważniejsze zawiera Dyrektywa Azotowa. Reguluje ona działania ograniczające zanieczyszczenia wody azotanami. Zajmuje się wodą już zanieczyszczoną, w której wystąpiły przekroczenia 50 mg azotu azotanowego w litrze oraz obszarami sprzyjającymi przenikaniu zanieczyszczeń azotanowych do wód. Z tej Dyrektywy wynikają dwa najważniejsze wymagania:

- ustalenie limitu zastosowania wszystkich typów i rodzajów nawozów mineralnych i organicznych w sposób zbilansowany z potrzebami roślin, tak aby ograniczyć do minimum straty,
- wprowadzanie limitu 170 kg azotu na hektar w strefach wrażliwych.

Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej musi zawierać:

- wydzielenie okresów, w których nie można stosować nawozów mineralnych,
- ograniczenie ilości stosowanych nawozów na stokach,
- niestosowanie nawozów na zmarzniętą glebę, zalaną i na grunty nieobsiane,
- utrzymanie nie obsianych pasów ochronnych wzdłuż cieków wodnych,
- określenie niezbędnej pojemności i konstrukcji płyt obornikowych oraz zbiorników na gnojowicę,
- sformułowanie zaleceń co do technologii i techniki stosowania nawozów mineralnych i organicznych,
- gospodarstwo musi posiadać niezbędne urządzenia chroniące przed zanieczyszczeniem wodę i powietrze: zbiornik na odchody i odpady ciekłe, utwardzone śmietniki i myjnie dla maszyn i narzędzi.

Zbiorniki na gnojowicę powinny mieć ściany i dno nieprzepuszczalne, szczelne przykrycie z otworem wejściowym i wentylacyjnym. Pojemność zbiornika musi wystarczyć na przechowywanie przez okres co najmniej 6 miesięcy w roku. Obornik wymaga płyt gnojowych lub gnojowni, zabezpieczonych przed wyciekami, wysychaniem i zalewaniem wodami deszczowymi. Pojemność gnojowni powinna wystarczyć na przechowywanie obornika przez 6 miesięcy (powierzchnia na 1 SD wynosi 3m<sup>2</sup>). Niedopuszczalne jest przechowywanie obornika w przyzmach na polu, ponieważ zagraża to skażeniem wód gruntowych związkami azotu i fosforu. Wycieki z przyzm kiszonkowych powinny być odprowadzone do studzienek, stanowiących część składową silosów, aby nie spowodować skażenia wody.

Znaczącą grupę przepisów prawnych w UE stanowią sprawy związane z ochroną zwierząt (EWG 98/58). Określają one szczegółowo warunki w jakich powinny być utrzymywane zwierzęta w gospodarstwie oraz podczas transportu. Odpowiednie normy wyznaczają oświetlenie pomieszczeń inwentarskich, temperaturę otoczenia, wilgotność oraz ograniczanie innych negatywnych czynników działających stresująco na zwierzęta. W chowie trzody chlewnej na uwagę zasługują przepisy określające minimalne normy ochrony świń, normy żywienia oraz konieczność odrobaczania i przeprowadzania dezynfekcji, wymogów technologicznych budynków (Dyrektywa 91/630). Szczegółne przepisy dotyczą ochrony cieląt (Dyrektywa 91/629).

Produkcja zwierząt rzeźnych wymaga udokumentowania źródła ich pochodzenia (Dyrektywa 820/97), ustanawiające system identyfikacji i rejestracji bydła oraz oznakowanie wołowiny i produktów pochodnych wołowiny. Każda sztuka bydła na obszarze Unii poddana identyfikacji musi również posiadać paszport. Gospodarstwo produkujące żywiec wołowy musi być objęte Systemem Identyfikacji i Rejestracji Zwierząt i spełniać jego wymagania:

- posiadanie przez każdą sztukę kolczyka z numerem identyfikującym zwierzę oraz paszportu,



- prowadzenie indywidualnego rejestru zwierząt prowadzonego w danym gospodarstwie.

Rejestr ten zawierać będzie nazwisko właściciela, dane o zwierzętach (wykaz bydła, owiec i kóz urodzonych w gospodarstwie, numer kolczyka, rasę i płeć). Ponadto w rejestrze znajdą się dane o tym, kiedy zwierzę przybyło do gospodarstwa oraz kiedy go opuściło. Zapisy muszą być przechowywane co najmniej przez 3 lata. System rejestracji i identyfikacji bydła, owiec i kóz zastąpi obecne świadectwa pochodzenia zwierząt. Wymagania zdrowotne i sanitarne dotyczące warunków produkcji mleka zawiera Dyrektywa 92/46 EEC.

## PODSUMOWANIE

Polityka ekologiczna jest obecnie jednym z najszybciej rozwijających się obszarów współpracy krajów należących do UE i zyskała podstawy prawne. Wraz z traktatem z Maastricht [1991] włączono ją do spisu stałych zadań i określono cele w zakresie ochrony środowiska naturalnego: zachowanie, ochrona i poprawa jakości środowiska naturalnego; ochrona zdrowia człowieka; rozsądne i racjonalne wykorzystanie zasobów naturalnych. Wraz z podpisaniem Jednolitego Aktu Europejskiego w 1987 roku utrwalono zasady: profilaktyki, sprawcy pierwotnego pochodzenia oraz zasadę subsydiarności. W lipcu 1988 r. weszła w życie dyrektywa w sprawie jednolitej procedury administracyjnej, stosowanej przy planowaniu projektów gospodarczych w celu kontroli ich skutków dla ludzi, zwierząt i środowiska. Obecnie liczba aktów prawnych regulujących ochronę środowiska to ok. 300 pozycji obejmujących dyrektywy, rozporządzenia, decyzje i zalecenia.

Gospodarstwo rolne jako miejsce życia i pracy ludzi oraz bytowania zwierząt nie powinno negatywnie wpływać na środowisko i krajobraz wiejski, nie może być też uciążliwe dla otoczenia. Usytuowanie budynków gospodarczych ma nie tylko zapewnić bezpieczeństwo i zdrowie ludzi i zwierząt, ale również spełniać wymogi ochrony środowiska. Pomimo że omawiane dokumenty mają formę zaleceń, to UE w ramach regulacji związanych z *Agendą 2000* wprowadziła zapis, że stosowanie dopłat do rolnictwa z tytułu funduszy strukturalnych i programów rolno-środowiskowych powiązane będzie ze stosowaniem minimum dobrych praktyk rolniczych, warunków dobrostanu zwierząt, przestrzegania norm ustawowych.

Kraje członkowskie ustalają odpowiednie przepisy szczegółowe, które uzależniać mają wypłaty dotacji od przestrzegania wymagań środowiskowych. Nawet dopłaty wyrównawcze z tytułu gospodarowania na obszarach o niekorzystnych warunkach (ONW) uwarunkowane są przestrzeganiem zasad dobrej praktyki rolniczej. Jednak jest jeszcze czas na dostosowanie gospodarstw do wymogów ustawowych i warto zrobić wszystko, by jak najwięcej rolników zdecydowało się na podjęcie odpowiednich zmian w swoich gospodarstwach. Możemy wówczas liczyć na efektywne wykorzystanie funduszy unijnych. W wyniku realizacji przedsięwzięcia w gospodarstwie rolnym wnioskodawcy muszą zostać spełnione podstawowe warunki utrzymania i obsady zwierząt, higieny produkcji, zagospodarowania odchodów zwierzęcych itp. Podstawowym dokumentem, ściśle określającym te warunki w naszym kraju jest



rozporządzenie Rady Ministrów z 14 maja 2002 r. w sprawie szczegółowego zakresu i kierunków działań Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa w zakresie gospodarowania środkami pochodzącymi z funduszy UE (DzU nr 102, poz. 928). Rozporządzenie to precyzuje, kto może wystąpić o wsparcie finansowe z funduszy strukturalnych i na jakich zasadach oraz określa limity produkcyjne. Jest niejako instrukcją dla rolników zamierzających inwestować i rozwijać produkcję zwierzęcą. Minimum środowiskowe opracowane zostało zgodnie z Dyrektywą Azotową oraz wymogami polskiego prawa z zakresu ochrony środowiska w odniesieniu do rolnictwa. W ramach dostosowania krajowych przepisów prawnych do obowiązujących w UE, Polska przygotowała ustawy z zakresu ochrony środowiska:

1. Ustawa z 18 lipca 2001 r. (Prawo wodne), dotyczy ochrony wód przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez azotany pochodzące ze źródeł rolniczych i transponuje przepisy Dyrektywy Azotowej do prawa krajowego.
2. Ustawa o nawozach i nawożeniu z 26 lipca 2000 r. W 2008 roku mija termin wykonania płyt obornikowych i zbiorników na nawozy naturalne w postaci ciekłej.
3. Ustawa o ochronie roślin uprawnych z 12 lipca 1995 r.
4. Ustawa o ochronie zwierząt z 21 sierpnia 1997 r., wraz z odpowiednimi rozporządzeniami wykonawczymi, określa stosunek człowieka do zwierząt, prawidłowe warunki bytowania i dobrostanu zwierząt, zasady uboju i uśmiercania zwierząt i warunki ich transportu.

Poza krajowym ustawodawstwem dotyczącym środowiska jest ono chronione jako dobro wspólne całej ludzkości konwencjami międzynarodowymi [Maciejewski 1995; Mering 1998; Podolak 1998; Radecki 1998; Więckowski 1998; Merling 1999; Sommer 1999; Zyśk 1999], z których należy wymienić Konwencję Helsińską, z jej Komisją Ochrony Środowiska Morza Bałtyckiego. Zrównoważony rozwój wymaga równowagi nie tylko ekologicznej, lecz także społecznej. Realizacja zasady sprawiedliwości i równości społecznej w dostępie do przestrzeni ekologicznej wymaga od społeczeństwa, grup interesów, organizacji pozarządowych, a głównie samorządów lokalnych aktywności i poczucia odpowiedzialności.

## LITERATURA

- ĄDRZEJEWSKI R., 1979: Ekosystem w strefie cywilizacji. Wiadomości Ekologiczne, nr 3.
- CHANLETT E.T., 1979: Environmental protection. Mc Graw Hill, New York.
- DORST J.P. 1971: Zanim zginie przyroda. Wiedza Powszechna, Warszawa.
- LEŃKOWA A., 1971: Oskarpowana ziemia. PWN, Warszawa.
- LIRO A., 2000: Ochrona środowiska w rolnictwie. FAPA, Warszawa.
- LOP, 1985: Światowa strategia ochrony przyrody. Warszawa.
- MACIEJEWSKI E., 1995: Dziewięć zasad ekorozwoju. Środowisko, nr 1.
- MASAROVIC M, PESTEL E., 1977: Ludzkość w punkcie zwrotnym. PWE, Warszawa.
- MEADOWS D. H., i in. 1973: Granice wzrostu. PWE, Warszawa.



- MERING L., 1998: Prawo ochrony środowiska. Sopot.
- MERLING L., 1999: Ocena sytuacji ekologicznej kraju w latach 90. Środowisko, nr 5.
- MIODUSZEWSKA W., 1985: Jak policzyć zasoby naturalne świata. Problemy, nr 1.
- MYCZKOWSKI S., 1976: Człowiek – przyroda - cywilizacja. PWN, Warszawa.
- PODOLAK M., 1998: Rola i działalność rządu w ochronie środowiska w okresie transformacji. [w:] Mat. Konf. Instytutu Politologii Uniwersytetu Wrocławskiego „Ochrona środowiska w polityce”, Wrocław, 27-28 kwietnia.
- RADECKI W., 1998: Ewolucja przepisów o prawno-karnej ochronie środowiska w Polsce. Problemy Ekologii, nr 4.
- SOMMER J., 1999: Harmonizacja prawa ochrony środowiska z prawem europejskim. W: Mat. Konf. Instytutu Politologii Uniwersytetu Wrocławskiego „Ochrona środowiska w polityce”, Wrocław, 27-28 kwietnia.
- STAWIŃSKI W., 1985: Popularyzacja założeń Światowej Strategii Ochrony Przyrody. [w:] Chrońmy Przyrodę Ojczyzn, nr 5.
- SZAFRAN W. I. in. 1975: Ochrona przyrodniczego środowiska człowieka. PAN, Warszawa.
- WIĘCKOWSKI CZ., 1998: Polityka ekologiczna państwa. Problemy Ekologii, nr 4.
- ZYŚK J., 1999: 200 aktów pod lupą. Nowe Życie Gospodarcze, nr 13.
- Akty prawne: Dzienniki Urzędowe, Ustawy, Rozporządzenia, Europejska Agencja ds. Środowiska Naturalnego (<http://org.eea.eu.int/documents>).
- MOŚZNIŁ, 1997: Prawo ochrony środowiska Wspólnoty Europejskiej – Indeks aktów prawnych. Warszawa.

**Stanisław Małek**

Katedra Ekologii Lasu, Akademia Rolnicza w Krakowie

**Tomasz Gawęda**

Nadleśnictwo Andrychów, RDLP Katowice

## CHARAKTERYSTYKA CHEMICZNA WÓD POWIERZCHNIOWYCH ZLEWNI POTOKU DUPNIAŃSKIEGO ORAZ OLZY W BESKIDZIE ŚLĄSKIM

### THE CHARACTERISTIC OF SURFACE WATER OF POTOK DUPNIAŃSKI AND OLZA DRAINAGE AREA IN BESKID ŚLĄSKI

**Słowa kluczowe:** chemizm wód powierzchniowych, zlewnie górskie, zlewnie zalesione i zurbanizowane, klasyfikacja jakościowa wód powierzchniowych, Potok Dupniański, Olza, Beskid Śląski, Leśny Kompleks Promocyjny „Lasy Beskidu Śląskiego”.

**Streszczenie:** Przedstawiona praca przedstawia różnice w wybranych właściwościach fizyko-chemicznych wód pomiędzy dopływem (Potok Dupniański – zlewnia zalesiona) a odbiornikiem (rzeką Olzą – zlewnia rolnicza i zurbanizowana). Jakość wód potoku poza okresami roztopowymi jest znacznie wyższa. Czynnikiem determinującym przynależność do poszczególnych klas czystości jest przeważnie odczyn ich wód. Wody odbiornika są gorszej jakości, o której decydują często zawartości nieorganicznych form azotu.

**Key words:** water chemical, mountain forest and urban catchment, water quality classification, the Potok Dupniański stream, The Olza, the Silesian Beskid, Forest Promotion Complex „Silesian Beskid Forest”.

**Summary:** Presented paper contain difference in chosen physic-chemical water parameters between inflow (Potok Dupniański – forest catchment) and outflow (Olza river – agricultural and urban catchment). The stream water quality, beside the snow melting period is higher. The main and determining element for water classifies is their reaction. Waters from Olza river are of pure quality, which is the effect of the inorganic nitric form.

## WSTĘP

Zagadnienie kompleksowej ochrony zasobów leśnych nabrało w ostatnim czasie ogromnego znaczenia nie tylko wśród leśników i przyrodników, lecz również wśród całego społeczeństwa. Troska ta znalazła wyraz przede wszystkim w nowej ustawie o lasach z 28 września 1991 roku (z późniejszymi poprawkami) (DzU 56/2000), zaś



wewnątrz Lasów Państwowych w zarządzeniu nr 11 (1995) i 11A (1999) Generalnego Dyrektora Lasów Państwowych w sprawie doskonalenia gospodarki leśnej na podstawach ekologicznych.

Jednym z ważniejszych zasobów leśnych jest woda. W tej materii główne zadania stawiane lasom to: działania przeciwpowodziowe, zwiększenie zasobów wód powierzchniowych i podziemnych, zachowanie czystości wód, zabezpieczenie ujęć wód, zapobieganie erozji liniowej i powierzchniowej, poprawa mikroklimatu, cele rekreacyjne itp. [Tyszka, 1995]. Badania nad chemizmem wód powierzchniowych prowadzone w Katedrze Ekologii Lasu AR Kraków wskazują na istotny wpływ zlewni o zagospodarowaniu leśnym na jakość wód powierzchniowych wymieniając na różnice wynikające z różnych cech charakterystycznych drzewostanów (zwarcie, skład gatunkowy, gleba, ukształtowanie terenu itp.) [Małek i Wężyk, 2000; Małek, 2001; Małek i Gawęda, 2002; Gawęda, 2003].

W świetle wyżej przytoczonych zadań, jakie stawia się lasom w zakresie ochrony wód, zagadnieniem niezwykle istotnym wydaje się jakość wód wypływających ze zlewni leśnej w porównaniu do jakości wód odpływających ze zlewni o innym sposobie zagospodarowania.

## POŁOŻENIE OBIEKTU I METODYKA BADAŃ

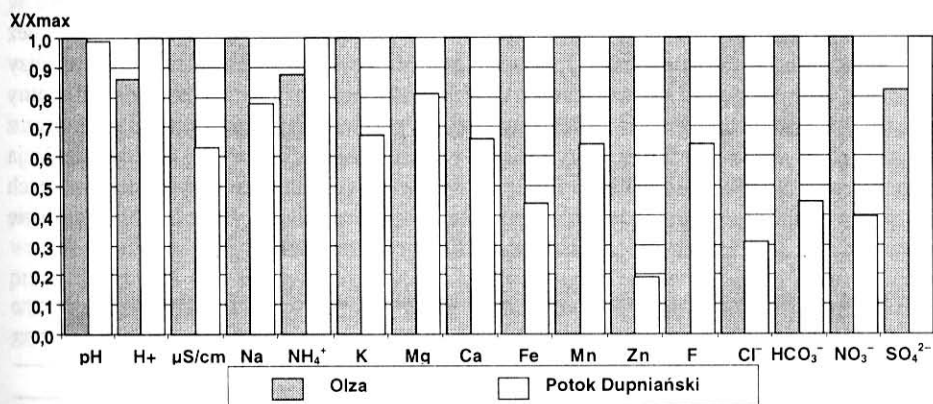
Zlewnia doświadczalna Potok Dupniański położona jest w Leśnictwie Bukowiec, Obręb Istebna, Nadleśnictwie Wisła w RDLP Katowice. Geograficznie zajmuje ona południowe, południowo-wschodnie i południowo-zachodnie stoki wzniesień: Bukowiec, Sałasz Dupne i Młoda Góra położonych w paśmie Stożka w Beskidzie Śląskim. W administracji państwowej jest to obszar miejscowości i gminy Istebna w powiecie cieszyńskim, województwie śląskim [Małek, 2001, 2004].

Odbiornikiem wód powierzchniowych zlewni Potoku Dupniańskiego jest rzeka Olza poniżej miejscowości Istebna, około 500 m przed przecięciem rzeki z granicą polsko-czeską. Zlewnia tej rzeki jest wielokrotnie większa powierzchniowo, zaś jej zagospodarowanie jest rolniczo-leśne ze znacznym udziałem terenów zurbanizowanych.

Wody do analiz pobierano w przekroju zamykającym zlewnię Potoku Dupniańskiego oraz na Olzie około 20 m przed ujściem wód Potoku Dupniańskiego przy niskich, średnich i wysokich stanach wód. Poboru próbek dokonano w listopadzie 2001 oraz w marcu, lipcu, wrześniu i listopadzie 2002 roku. Sesje pomiarowe zostały nazwane datami ich wykonania, przy czym dla sesji listopadowej z 2001 roku przypisano oznaczenie „2001”, zaś w pozostałych nazwach nie podano roku. Ponadto w latach 2001–2002 comiesięcznie z tych samych punktów pobierane były próbki, na podstawie których dokonano m.in. klasyfikacji jakościowej wód Olzy i potoku. Klasyfikacja ta oparta była jedynie o dostępny zestaw oznaczeń, nie uwzględniała m.in. badań bakteriologicznych, dlatego należy traktować ją jako orientacyjną, wskazującą tylko pewne tendencje. Próbkę zanalizowane zostały w laboratorium KEkL przy użyciu aparatu firmy Eijkelkamp (pH i przewodnictwo) oraz chromatografu jonowego Dionex – 320 (kolumna anionowa JonPac AS17 –  $F^-$ ,  $Cl^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $HCO_3^-$ ; kolumna kationowa JonPac CS 12A –  $NH_4^+$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^+$ ,  $Mn^+$ ,  $Zn^+$ ).

## WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Zlewnia rzeki Olzy w przeciwieństwie do zlewni leśnej - Potok Dupniański jest zurbanizowana i wielokrotnie większa powierzchniowo. Stąd należy spodziewać się tu różnic w zawartości poszczególnych substancji i wysokości wskaźników. Różnice te zostały zaobserwowane już podczas badań testowych. W badaniach szczegółowych te różnice się potwierdziły (Rys. 1, 2, tab. 1).



Rys. 1. Różnice w chemizmie pomiędzy wodami Potoku Dupniańskiego i Olzy.  
W celu ujednolicenia skali, wielkości zestandaryzowano przez podzielenie ich przez wartość maksymalną cechy ( $\mu\text{S}/\text{cm}$  oznacza przewodnictwo)

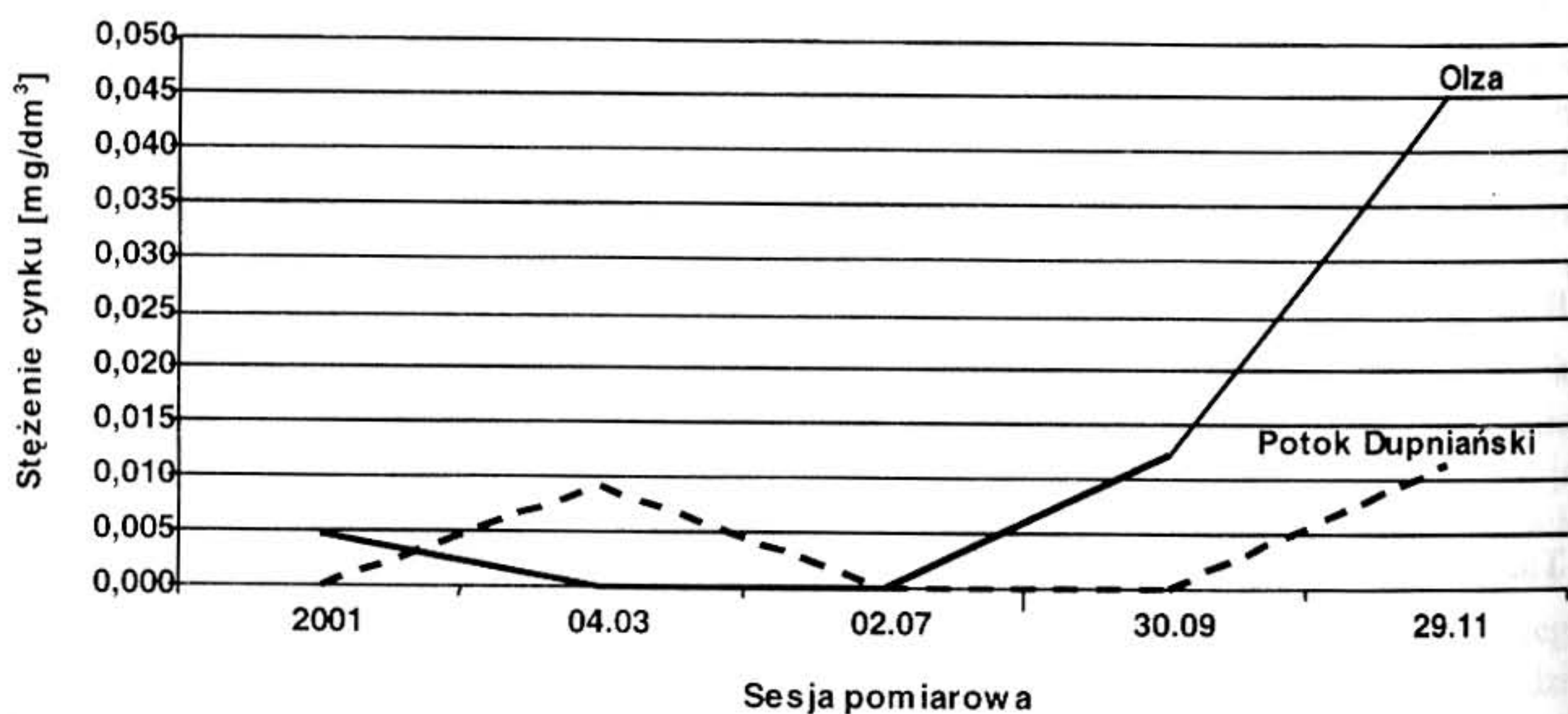
Tab. 1. Chemizm wód dopływu – Potoku Dupniańskiego i odbiornika – Olzy  
( $\mu\text{S}/\text{cm}$  oznacza przewodnictwo w [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ], stężenia jonów podano w [ $\text{mg}/\text{cm}^3$ ])

Cecha	Olza	Potok	Cecha	Olza	Potok
PH	6,23	6,16	Fe	0,090	0,039
Przewodnictwo	119,8	75,5	Mn	0,005	0,003
H <sup>+</sup>	0,59	0,68	Zn	0,016	0,003
Na <sup>+</sup>	6,63	5,16	F <sup>-</sup>	0,151	0,097
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	1,73	1,98	Cl <sup>-</sup>	4,760	1,470
K <sup>+</sup>	2,99	2,00	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	49,370	22,110
Mg <sup>2+</sup>	4,61	3,74	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	5,520	2,180
Ca <sup>2+</sup>	20,08	13,20	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	21,110	25,640



Wody Olzy są mniej kwaśne oraz znacznie bardziej zasolone. Różnice te wynikają z znacznie wyższej zawartości wodorowęglanów i azotanów, a spośród kationów potasu, sodu, wapnia i magnezu. Najwyższe różnice występują jednak, jeśli chodzi o mikroelementy i chlorki (tab. 1). Spowodowane jest to w dużej mierze urbanizacją zlewni Olzy. Dopływ ścieków bytowo-gospodarczych objawia się bowiem wzrostem zawartości chlorków [Dojlido, 1987].

Wyższa zawartość mikroelementów związana jest z większą powierzchnią zlewni odbiornika oraz z działalnością człowieka. Znacznie wyższe zawartości żelaza a szczególnie cynku mogą być powodowane spływem wód z terenów zurbanizowanych, szczególnie z cynkowanych wyrobów hutniczych stosowanych na szeroką skalę nie tylko w budownictwie (pokrycia dachów, płyty, urządzenia wodne), lecz również w innych dziedzinach gospodarki (np. w drogownictwie jako bariery przydrożne). Nie bez znaczenia wydaje się tu również spływ wód pośniegowych z licznych w zlewni Olzy sztucznie dośnieżanych stoków narciarskich. Efekt ten nie jest co prawda odwrotny wiosną, lecz może to wynikać z dużo większego rozcieńczenia tego pierwiastka oraz z wyższego pH w wodach Olzy, przy którym nie następuje wymywanie lecz akumulacja tego pierwiastka [Dojlido, 1987]. Różnica zaczyna być znaczna przy niskich stanach wód, szczególnie jesienią, gdy wzmagają się procesy rozkładu (rys. 2). Niewątpliwie świadczy ona o wyższym obciążeniu zlewni Olzy tym metalem.



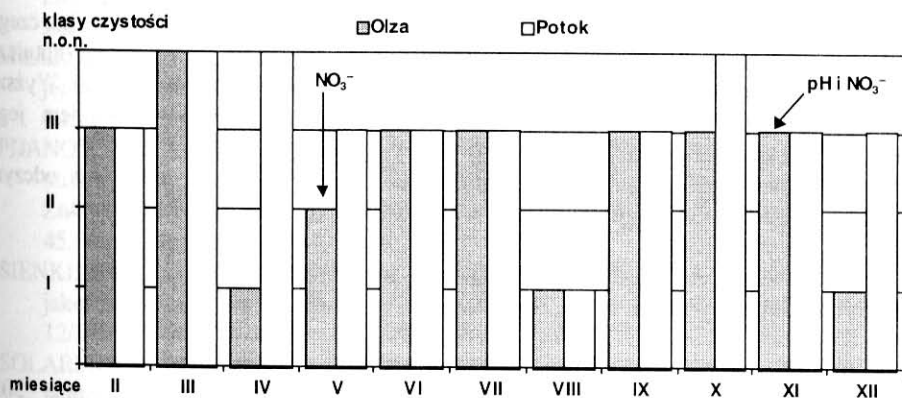
Rys. 2. Sezonowe wahania zawartości cynku w wodach powierzchniowych odpływających ze zlewni Potoku Dupniańskiego oraz w wodach Olzy

Przyczynami antropogenicznymi spowodowana jest znacznie wyższa zawartość związków azotu w wodach Olzy. Różnice dotyczą tu również stosunków tych form. W dopływie notuje się wyższe stężenie amoniaku, natomiast w Olzie więcej jest azotanów. W potoku płytkim, o mniej burzliwym przepływie, licznych zakolach i nieregularnych brzegach istnieją znacznie lepsze warunki do rozwoju mikroorganizmów przeprowadzających nitrifikację [Starmach i in., 1978]. Takim ciekim jest Olza w przeciwieństwie do dolnego odcinka Potoku Dupniańskiego, który płynie bardzo burzliwie w ostro wciętym korycie. Znajduje to swoje odzwierciedlenie w różnicach w zawartości form azotu. Niższa zawartość azotanów w wodach dopływu jest również

wynikiem jego zużywania przez organizmy samożywne, szczególnie w górnym biegu Potoku Dupniańskiego.

Ze zlewni Potok Dupniański wynoszone są również znaczne ilości siarczanów. Należy to uznać za efekt drzewostanu [Małek, 2001, 2004; Małek i Gawęda, 2002]. Mimo kilkakrotnie większej powierzchni zlewni Olza niesie o niemal 20% niższą zawartość tego jonu. Podwyższone zawartości siarczanów w wodach wypływających ze zlewni zalesionych notuje się w badaniach pochodzących z rejonu Sudetów, gdzie gatunkiem głównym jest świerk [Sienkiewicz i in., 1995; Żmuda, 1994]. Odwrotnie wielkości te mają się na niżu w przypadku drzewostanów sosnowych czy liściastych [Miler i in., 1999; Solarska, Solarski, 1996] oraz w różnorodnych drzewostanach jodlowych z domieszką buka, modrzewia i świerka wzrastających na górskich siedliskach na Pogórzu Spiskim [Pijanowski i in., 1995]. W tych ostatnich badaniach wykazano ponadto nieco wyższe koncentracje siarczanów w ciekach zlewni zurbanizowanych. Zatem górskie monokultury świerkowe, szczególnie te wzrastające niezgodnie z warunkami siedliskowymi w reglu dolnym, powodują znaczny dopływ siarczanów do wód powierzchniowych.

Nieco wyższe wartości pH notowane w wodach Olzy powoduje większa pojemność buforu węglanowego związana z wyższą zawartością jonów wodorowęglanowych. Różnica ta nie jest jednak znacząca. Podobnie jak w poprzednich przypadkach pH jest jednym z podstawowych czynników limitujących przynależność wód do klas [DzU 116/1991, poz. 503]. Biorąc pod uwagę wartości średnie wody zarówno ujścia potoku jak i Olzy należą do III klasy czystości (rys. 3).



**Rys. 3. Miesięczne zmiany przynależności do klas czystości wód Olzy i Potoku Dupniańskiego w latach 2001-2002 (czynnikiem ograniczającym jest pH z wyjątkiem przypadków zaznaczonych na wykresie)**

Pod względem badanych czynników wody Olzy są wyżej klasyfikowane niż wody Potoku Dupniańskiego. Wpływa na to głównie znaczne obniżenie pH podczas topnienia śniegów oraz podczas jesiennego okresu zahamowania wegetacji przy intensywnych jeszcze procesach rozkładu. Z wykresu odczytać można wyraźną tendencję do



pogarszania się klasy czystości wód Olzy wraz ze spadkiem przepływu (wyższe koncentracje związków azotu pochodzenia antropogenicznego). W okresie tajania śniegów w obu przypadkach wody są pozaklasowe, przy czym w zlewni leśnej okres ten przedłuża się ze względu na wolniejsze topnienie śniegu niż na powierzchni otwartej.

## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Wody potoku charakteryzują się znacznie niższym zasoleniem i nieco niższym pH niż wody odbiornika, który posiada kilkakrotnie większą zlewnię.

Wyższe zawartości siarczanów w wodzie odpływającej ze zlewni badawczej niż ze zurbanizowanego terenu zlewni Olzy świadczą o znacznym wymywaniu tej substancji z drzewostanów. Badania przeprowadzone w Polsce świadczą, iż zjawisko to zachodzi jedynie w górskich monokulturach świerkowych, szczególnie w tych, które niezgodnie z siedliskiem porastają obszar regla dolnego. Najodpowiedniejsze wydają się być tu lasy jodłowe z udziałem gatunków liściastych, modrzewia oraz świerka.

W Olzie prawdopodobnie intensywniej zachodzą procesy nitryfikacji, czego dowodem są proporcje zawartości poszczególnych form azotu nieorganicznego. Stosunkowo płytki nurt, wiele zakoli oraz zróżnicowana linia brzegowa sprzyjają tu rozwojowi bakterii nitryfikacyjnych.

Znacznie wyższe są koncentracje chlorków w wodach Olzy. Świadczy to niezaprzeczalnie o dopływie ścieków bytowo – gospodarczych.

O ponad 80% niższy jest średni poziom zawartości cynku w wodach potoku, czego przyczyn należy upatrywać przede wszystkim w urbanizacji zlewni Olzy (hutnicze wyroby o powłokach cynkowych oraz sztucznie naśnieżane stoki narciarskie). Wyższe zawartości pozostałych mikroelementów w wodach odbiornika są efektem jego znacznie większej powierzchni zbiorczej.

Podstawowym czynnikiem kształtującym poziom czystości wód jest odczyn, jednak w Olzie na klasy czystości miewa wpływ również zawartość form azotu.

## LITERATURA

DOJLIDO J., 1987: Chemia wody. PWN Warszawa.

Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej z 1991 roku. Nr 116, poz. 503; Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z 5 listopada 1991 roku w sprawie dopuszczalnych wartości zanieczyszczeń w śródlądowych wodach powierzchniowych.

Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej z 2000 roku. Nr 56, poz. 679; Ustawa z 29 września 1991 roku o lasach z późniejszymi poprawkami – tekst ujednolicony na dzień 19 lipca 2000.

Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej z 2000 roku. Nr 82, Poz. 937; Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 4 września 2000 roku w sprawie warunków, jakim powinna odpowiadać woda do picia i na potrzeby gospodarcze, woda w

- kąpieliskach, oraz zasad sprawowania kontroli jakości wody przez organy Inspekcji Sanitarnej.
- GAWĘDA T., 2003: Chemiczna charakterystyka wód powierzchniowych zlewni Potok Dupniański w Beskidzie Śląskim. Praca magisterska w KEKL AR Kraków.
- GOMÓLKA E., SZAYNOK A., 1997: Chemia wody i powietrza. Oficyna wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Wrocław.
- MAŁEK S., 2001: Obieg pierwiastków w drzewostanach świerkowych rasy istebniańskiej. [w:] Suliński J. + zespół, 2001: Zbadanie czynników określających dynamikę zapasu wody, chemizm i produktywność gleb leśnych wytworzonych z piaszczowców istebniańskich – raport końcowy. Maszynopis w Zakładzie Inżynierii Leśnej AR Kraków, 118–142.
- MAŁEK S., 2004: The effect of different age of spruce stands on the balance of elements in the Potok Dupniański catchment. *Dendrobiology* – przesłane do druku.
- MAŁEK S., GAWĘDA T., 2002: Chemizm wód Potoku Dupniańskiego w Beskidzie Śląskim. [w:] *Czasopismo techniczne. Inżynieria Środowiska*. Zeszyt 4 – Ś/2002. Materiały z konferencji naukowej „Las i woda”, 85–94, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków.
- MAŁEK S., WĘŻYK P., 2000: Zmiany ilościowe i jakościowe opadów atmosferycznych na powierzchniach doświadczalnych w drzewostanach bukowych Ojcowskiego Parku Narodowego i Leśnego Zakładu Doświadczalnego w Krynicy w latach 1997 i 1998. [w:] *Monitorowanie procesów zachodzących w drzewostanach bukowych, w zmieniających się warunkach środowiska przyrodniczego, na przykładzie Ojcowskiego Parku Narodowego i Leśnego Zakładu Doświadczalnego w Krynicy*, (red. S. Małek, P. Wężyk), Katedra Ekologii Lasu AR w Krakowie oraz Popradzki Park Krajobrazowy, 69–85.
- MILER A., LIBERACKI D., PLEWIŃSKI D., 1999: Obieg wody i wybrane wskaźniki jej jakości w dwóch mikrozewniach o zróżnicowanym zalesieniu. *Roczniki AR Poznań, Melioracje*, 20/1, s. 453–463. Wyd. AR Poznań.
- PIJANOWSKI Z., RUMIAN A., KNOWNIK W., 1995: Wpływ użytkowania mikrozewni górskich na skład chemiczny odpływu wód powierzchniowych. *Zeszyty Naukowe AR im. H. Kołłątaja w Krakowie nr 298 Sesja Naukowa*. Zeszyt 45. Wyd. AR Kraków, 23–33.
- SIENKIEWICZ J., KUCHARSKA K., WAWRZONIAK T., 1995: Zmiany ilościowe i jakościowe zasobów wodnych na wylesionych terenach zlewni górskich. *Sylvan* 12/1995, 51–60.
- SOLARSKA J., SOLARSKI K., 1996: Chemizm opadów atmosferycznych i migracja biogenów w zlewniach rolniczych i leśnych na Pojezierzu Mazurskim oraz nowy model łapacza opadów. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*. Zeszyt 438, 91–95.
- STARMACH K., WRÓBEL S., PASTERNAK K., 1978: *Hydrobiologia*. PWN Warszawa.
- TYSZKA J., 1995: Rola i miejsce lasu w kształtowaniu stosunków wodnych w zlewni rzecznej. *Sylvan* 11/1995, 67–80.
- Zarządzenie nr 11 (1995) Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych w sprawie doskonalenia gospodarki leśnej na podstawach ekologicznych.



- Zarządzenie nr 11A (1999) Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych w sprawie doskonalenia gospodarki leśnej na podstawach ekologicznych.
- ŻMUDA R., 1994: Wymywanie składników chemicznych z obszaru dwóch zlewni w Sudetach Wschodnich o różnym użytkowaniu. Roczniki AR w Poznaniu 266, Melioracja i Inżynieria Środowiska 14. Wyd. AR Poznań, 171–176.

**Gotfrid Novik**

Rezekne Higher Education Institution, Rezekne, Latvia

## **ECOTECHNOLOGY AND POLLUTION PREVENTION OF ENVIRONMENT**

### **EKOTECHNOLOGIA I OCHRONA ŚRODOWISKA PRZED ZANIECZYSZCZENIEM**

**Key words:** Ecotechnology, industrial ecology, pollution prevention, environmental regulations, residuals management.

**Summary:** The report presents methodology of theoretical approach in analysis of environmentally safe technologies and their parameters. The development of complex analysis ecotechnology system parameters is based on studies of conventionally separated parts of industrial plant in their sequences in the technological processes and their energy and materials inputs and outputs, searching optimised intersystem communications between them. As a result it is possible to obtain the most appropriate complex and complete ecologically safe resources saving and pollution preventing solution for industrial object in general.

**Słowa kluczowe:** Ekotechnologia, ekologia przemysłowa, zapobieganie zanieczyszczeniom, regulacje środowiskowe, zagospodarowanie odpadów.

**Streszczenie:** Artykuł przedstawia metodologię teoretycznego podejścia do analizy bezpiecznych dla środowiska technologii i ich parametrów. Rozwój złożonych parametrów w analizie systemu ekotechnologii oparty jest na badaniu konwencjonalnie rozdzielonych części zakładu przemysłowego w ich kolejnych procesach technologicznych, energii, materiałach wyjściowych oraz produkcji i poszukiwaniu optymalnego systemu komunikacji między nimi. Wyniki tych badań umożliwiają uzyskanie kompletnej i ekologicznie bezpiecznej oszczędności zasobów oraz rozwiązanie zapobiegania zanieczyszczeniom przez przemysł w ujęciu ogólnym.

## **INTRODUCTION**

Despite the fact that environmental indicators are investigated for long time the solving of indicators problem is far of completion yet. The investigation of environmental indicators in conformity with quality of environmentally sound technologies and their impact on man's life quality is important problem.



The environment quality usually is estimated by variable indicators. The type of indicators and their nature depends on the aims they are used for and objects they must to characterize.

For example, three groups of indicators elaborated by the OECD, which are widely recognized – “Pressure”, “State” and “Response” were accepted by Baltic States for their environment reports since 1998 [BEF, 1998]

But these indicators cannot be used for more local and specific territories – such as separate ecosystems or urbanosystems.

The quality of natural ecosystem is connected with energetic and dynamic ecosystem properties such as growth of biomass, biodiversity, laws of succession etc.

The quality of natural resources depends on intensity of their exploiting and renewable parameters and there must be different indicators.

In conformity with artificial urban system there are other parameters used for assessment of environment quality in cities. As the central object in the urban systems are population of citizens the main general indicator of environment quality must be people's health parameters [Михайлова, 1990]. Nevertheless this indicator is postindicator – it is too late to control quality of environment when human life is in danger. It means that in cities must be controlled main factors possible to exert influence on the health of citizens. Urban indicators must include among others such factors as the level of industrial development and ecological safety of plants and the quantity and composition of wastes and systems of their disposal and treatment technology.

These factors have double influence on the man – physically chemical (pollution) and psychical (distress and discomfort). Straight physical and chemical influence is connected with air, water, earth and food quality. It is well known that estimation at air, water and soil quality may be accomplished through concentration of pollutants in these substances.

## THEORETICAL ANALYSE OF INDICATORS

Maximal level of allowed concentration of matter can be achieved with the small quantity of pollutants and at the some time it is possible that large quantities of pollutants will not give such effect.

But if we consider that the main way to eliminate pollution of nature and protect environment is to reduce and to stop in creating pollutants it is necessary to use quantity of total emissions of pollutants as a main indicator of the environmentally sound technology [Strategy for Sustainable development, 1977].

Anthropogenic pressure indicator on atmosphere (air)  $I_g$ : depends on density of population in city B (population per  $1 \text{ km}^2$ ) and quantity of emissions in air on the area  $1 \text{ km}^2$  –  $M_s(\text{kg}/\text{km}^2)$ .  $M_s$  must be calculated for each pollutant independent and then summarized taking into account the danger coefficient of matter  $D_s$ .

$$I_g = kB \sum_j (M_{sj}/D_s)$$

where:  $k$  – special coefficient on geological and climate conditions (between 1-6).

Anthropogenic pressure indicator on the surface of water reservoirs  $I_h$  must be calculated taking into account the quantity of pollutants  $M_h$  discharged in the water

$$I_h = \sum_j (M_{hj}/D_h \sum (K_{fj} V_j))$$

where:  $K_f = 1/R_f E_f$  – stability factor of water reservoirs (0,1-1,0),  
 $R_f$  – factor of resistivity,  
 $E_f$  – elasticity factor.

Anthropogenic pressure indicator on the earth surface  $I_T$  must be estimated taking into account the area of degraded territories  $S_{degr}$  and quantity of the solid pollutants  $M_T$ .

$$I_T = \frac{\sum_j (D_{ej} M_{Tj})}{\sum_j (S_{degr} S_{ter})}$$

where:  $D_{ej}$  – danger coefficient of pollutants,  
 $S_{ter}$  – the total square of cities territory.

## THE PARAMETERS OF ECOLOGICALLY SAFE TECHNOLOGIES

The paradigm of environmentally sound technology is clearly formulated in UN program “Sustainable Development – Agenda-21”, Chapter 34.

These technologies include not only tasks for elimination of pollution, but also using all resources in a more sustainable manner and producing the products with less influence on the environment and nature during their exploiting and after exploiting – so called ecologically safe life – cycle of products [Беляев, Пупырев, 1996].

These technologies – ecotechnologies must be estimated by the next indicators [Noviks, 2000]:

1. Capacity of materials (resources)  $M$  – total quantity of all raw materials necessary for producing one unit of product.
2. Coefficient of pollution  $P_m$  – quantity of pollutants produced during processing per one unit of product.
3. Coefficient of pollution utilization  $R_m$  – quantity of utilized pollutants per one unit of product.

As complementary indicators may be used complex parameters:

- 1)  $\alpha_m = P_m/M$  – part of resources transformed into pollutants;
- 2)  $\beta_m = R_m/M$  – part of utilized pollutants from total amount of resources ;
- 3)  $\gamma_m = R_m/P_m$  – coefficient of utilization – part of utilized pollutants from total amount of pollutants.



Integral parameter  $\omega_m$  comprise the main parameters mentioned above

$$\omega_m = (P_m - R_m) / M$$

$\omega_m$  indicates the final part of used natural resources, which is lost and form pollutants and waste products.

Industrial process in terms of material and energy flows comprises the next parts:

First group includes basic resources **A** and additional resources **a**, used in the technological process, final industrial product **B** and resources **b**, necessary for exploiting the product.

Second group includes wastes produced in industrial sphere  $\alpha$ ; during exploiting the product  $\beta$  and the remnants of used product  $\delta$ .

Third group includes additional resources **e** for utilization of wastes, additional products **E** created from wastes and final summarized nonutilized wastes  $\varepsilon$  generated during manufacturing, exploiting and processing.

On the base of these parameters may be constructed two complex environmental reliability indicators – the useful exploiting of resources indicator [Noviks, 2001a, 2001b]:

$$R = \frac{B + E}{A + a + b + e}$$

the effectiveness of waste products utilization indicator

$$\omega = \frac{\varepsilon}{\alpha + \beta + \delta}$$

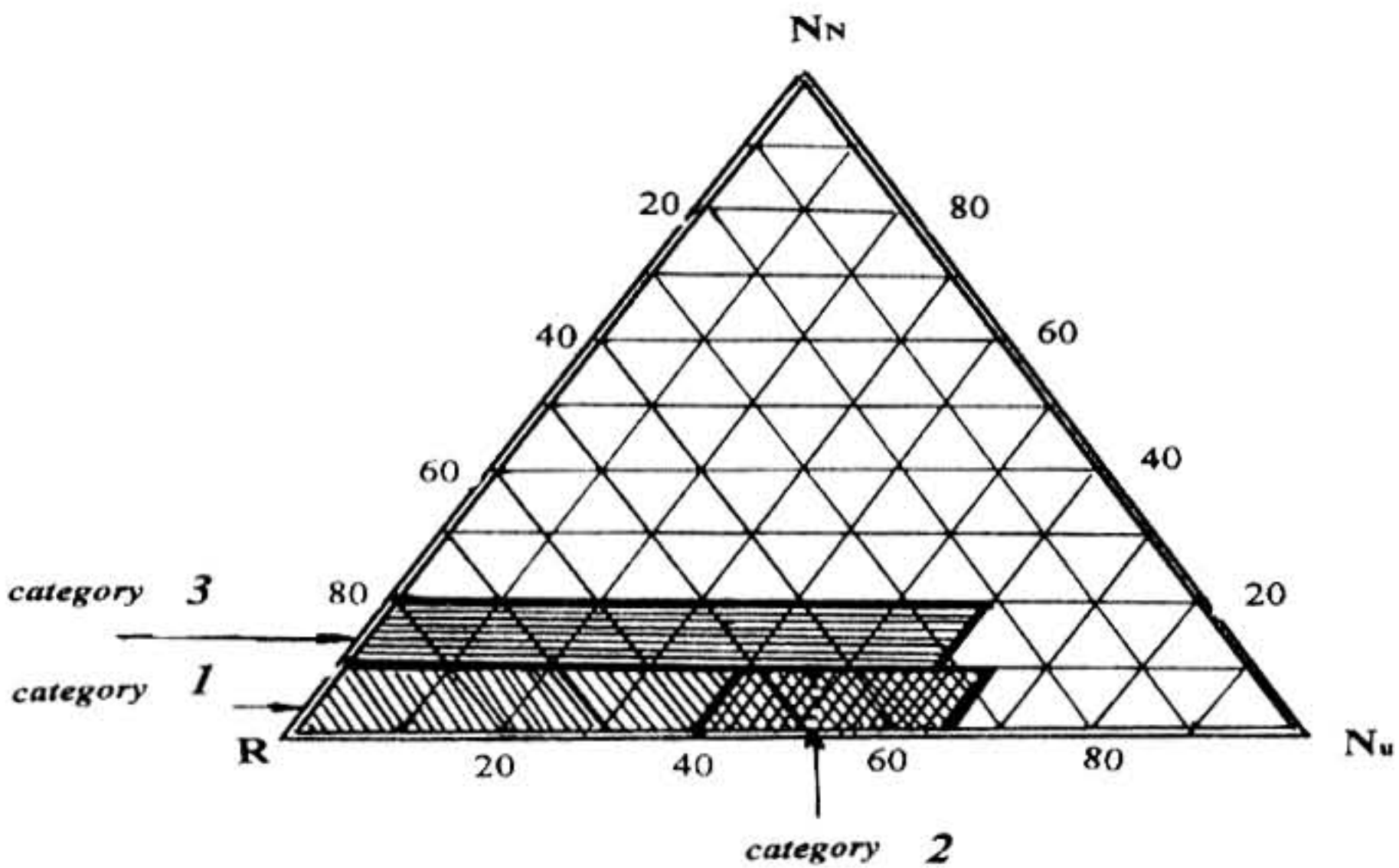


Fig. 1. The fields of environmentally sound technology

The level of environmentally sound technology may be evaluated on the base of structural triangle diagram (Fig. 1), where the main three parameters are used:

1) Non utilized final wastes coefficient

$$N_N \leq 10\%$$

$$N_N = \frac{\varepsilon}{A + a + b + e} 100, \%$$

2) Useful part of resources coefficient

$$R = \frac{B}{A + a + b + e} 100, \%$$

3) Utilized part of wastes coefficient

$$N_u = \frac{E}{A + a + b + e} 100, \%$$

The technologies of highest I category has on the diagram square in the next limits

$$N_N \leq 10\%$$

$$R > 50\%$$

$$N_u \leq 40\%$$

The technologies of middle II category:

$$N_N \leq 10\%$$

$$R = 25 \dots 50\%$$

$$N_u \leq 65 \dots 40\%$$

The lowest III category technologies:

$$N_N \leq 10 \dots 20\%$$

$$R \geq 20\%$$

$$N_u \leq 50\%$$

The other technologies cannot be considered as ecotechnologies.

The analyse of theoretical equations proves, that progress and sustainable development can be achieved only by developing environmentally sound technologies on the basis of industrial ecology.



## THE METHODOLOGY OF TECHNOLOGY PROCESSES ANALYSE

The predication of future development of Latvian economy after crisis in the last century 90-ths is based on growth of variable industrial branches in the regions with existing high-level quality of environment (for example, in Latgale) as well as in the most industrialized cities. At the same time our researches showed that in Latgale are relatively low ecological capacity parameters of nature and the every industrial addition in the impact of nature will be possible to destroy natural systems and to decrease quality of human life.

It means that reconstruction of the industrial objects in Latvia must be based on the modern environmentally sound technologies-ecotechnologies.

The main principles of the Ecotechnology are pollution prevention at the source, complete and complex exploiting of material and energetic resources, utilizing, recycling, recovering residuals, remains and pollutants, manufacturing ecologically safe production during its all life-cycle.

The construct such technology is complex and integrated task, which requires to work out appropriate methodology.

Our theoretical investigations showed that the main features of the methodology are the next. As the technological process is influence of physical or chemical fields and energies on raw materials and the result of this influence is a new useful product, it is necessary to begin analyse the corresponding physical effects on materials and to choose among them the most appropriate effect from the view of impact on the environment.

So we can to indicate theoretically and technically possible field  $S_T$  of the technological process (Fig. 2).

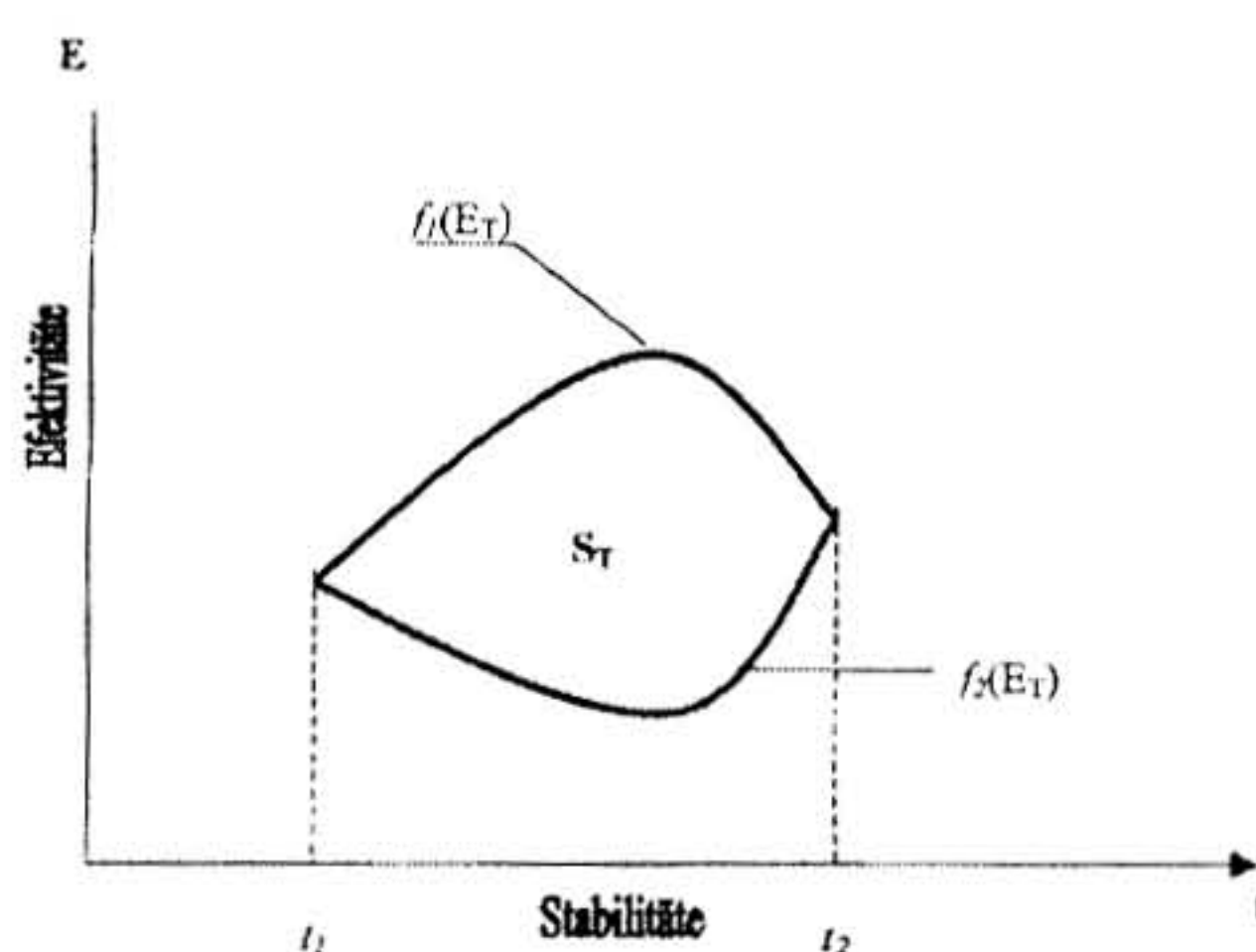


Fig. 2. Technically possible field of technology

$$S_T = \frac{1}{2} \oint \left( E_T' \frac{dE''}{dt} - E_T'' \frac{dE'}{dt} \right)$$

where:  $E'_T$  and  $E''_T$  – effectivities of the physical field;  
 $t$  – the stability time of the physical field.

The next step is indication the borders of ecologically safe field in the  $S_T$ .

$$S_E = \frac{1}{2} \oint \left( E_E \frac{dE_E''}{dt} - E_E'' \frac{dE_E'}{dt} \right)$$

The last step must be to indicate the borders of social-economical usefulness field  $S_S$  in the frames of mentioned  $S_T$  and  $S_E$  fields.

$$S_S = \frac{1}{2} \oint \left( E_S \frac{dE_S''}{dt} - E_S'' \frac{dE_S'}{dt} \right)$$

$$S_E = \frac{1}{2} \oint \left( E_E \frac{dE_E''}{dt} - E_E'' \frac{dE_E'}{dt} \right)$$

The summarized ecologically safe field of ecotechnology (Fig. 3) possible to predict by the next formula:

$$S_{O^T}^{E_T} = \int_{t_6}^{t_7} [f_1(E_E)dt - f_2(E_E)dt] - \int_{t_5}^{t_6} [f_4(E_T)dt - f_2(E_E)dt] - \int_{t_6}^{t_7} [f_1(E_E)dt - f_3(E_T)dt]$$

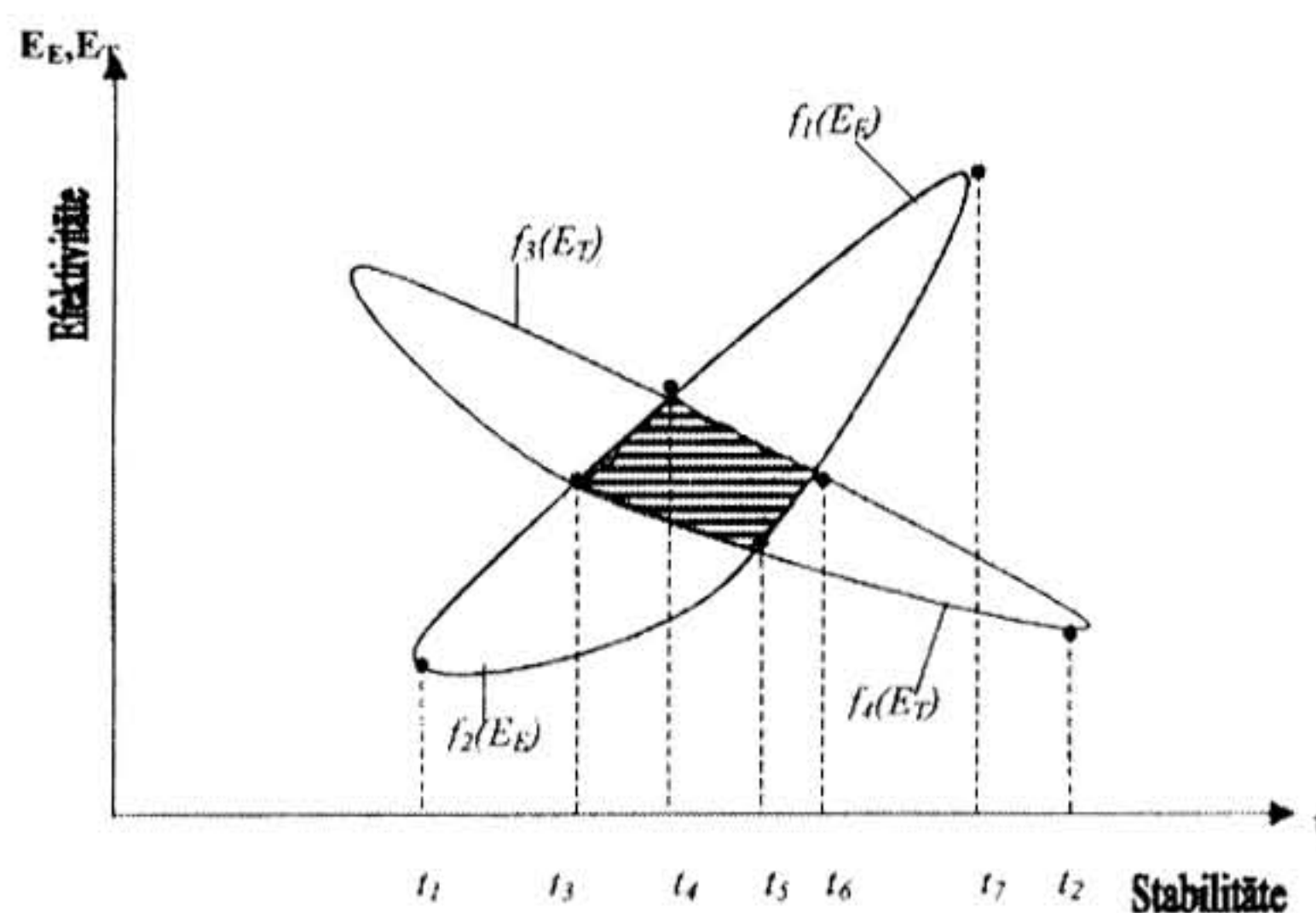


Fig. 3. Ecologically safe field of technology



Such detached zone is the base for the further analyse. The analyse process consist from dividing all technology in separate blocks connected each with other through energy and material flows and optimising each block in the direction of minimizing inputs of materials and energy, minimizing outputs of residuals and maximizing outputs of useful products, which in the most cases when analysing technological process is the input for next technological block. It is necessary not only optimise each block separately but to unite partial effects to find the best common solution to the whole plant (Fig. 4).

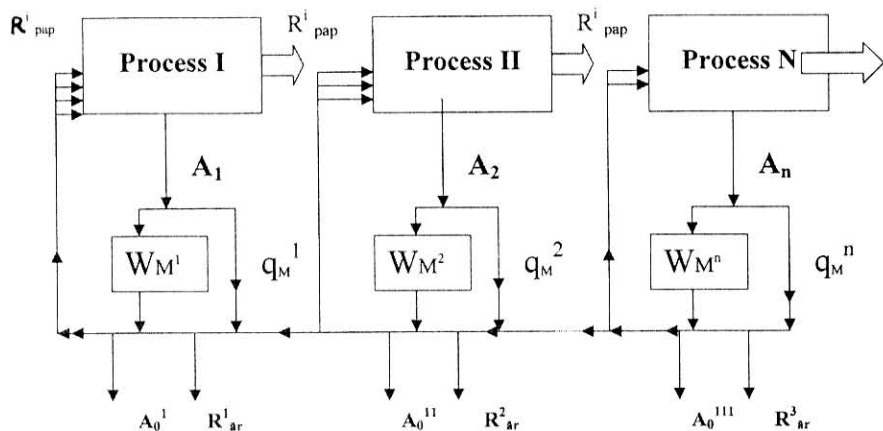


Fig. 4. The flow of material in technological processes

In the figure 4:  $R_{pap}^i$  – additional resources for technological operations;  
 $A_1 - A_n$  – the primary losses of materials and energy;  
 $W_{M^i}$  –  $W_{M^n}$  – the final product of technology;  
 $q_M^i - q_M^n$  – residuals of materials;  
 $A_0^I - A_0^{III}$  – the secondary losses of materials and energy;  
 $R_{ar}^I - R_{ar}^N$  – the complete quantity of resources in technology.

## INVESTIGATION OF PYROLYSIS TECHNOLOGY

Solid wastes keep the first place among other waste products due to their quantity – total volume and mass. The main feature of solid wastes – especially of municipal wastes is their complicated composition – diversity in chemical composition and structure as well as in physical and chemical properties. Additional difficulty is that all these parameters are not constant in the time and space.

These factors create difficulties in the utilization of solid wastes. Problem is in the selection the most suitable method of solid wastes treatment and creating proper technology from the ecological and economic point of view. To solve this task it is

necessary to obtain knowledge about composition, structure and properties of wastes and their diversity. Indispensable information level of wastes chemical composition depends on projected technology and its influence on matter. The separation process for example, may be rest upon information about content of components, biochemical processing demands knowledge about molecular composition, thermochemical technology – molecular and atomic composition. Structural features as well as chemical must be analysed in the different levels too. When choosing the processing technology it is necessary to analyse feasible parameters of ecological danger for man and nature in addition.

There may be two steps in investigation of proper technology. At first, must be analysed mutual influence between physical-chemical fields and raw materials and its results. Then, as a second step, chosen technologies must be evaluated by ecological effects.

On the bases of constructed methodology there may be analysed theoretical and technical aspects of a new municipal solid wastes processing technology. The pyrolysis is one of the most prospective among different utilization methods of residuals. Usually the heating process of materials is accomplished by contact with heaters and the process is limited by thermal convection and thermal conductivity of materials [Винтовкин, 1998]. So the process is very slow but burning of fuel has important impact on environment. We investigated the possibility to apply for heating organic mass in the pyrolysis process up to 550°C high frequency and high intensity electromagnetic fields [Noviks].

It is necessary to analyse relationships between waste electrical parameters and frequency of electromagnetic field to achieve optimal parameter of electromagnetic heating. For this purpose was worked out a device for measuring dielectric permittivity and dielectric losses in the range of electromagnetic frequencies between 0,05-50 MHz. The measurements were accomplished on the samples composed of different quantity of organic and inorganic (dielectrics and conductors) materials.

The methodology of calculation optimal physical and technical squares for implementation of suggested technology was applied and experimental data were analysed. The best parameters of electromagnetic field for pyrolysis of solid wastes is frequency  $f = 1,5-4 \cdot 10^6$  Hz and electric intensity  $E = 180-220$  kV/m and  $E = 390-400$  kV/m for waste of different composition (Fig. 5).

The advantages of such technology are next:

1. Every organic material may be exposed to pyrolysis and as a result may be obtained worth production – gas, resin and coke;
2. It is not necessary to separate waste materials;
3. High-frequency electromagnetic field generate thermal energy (equation 11-13) in the internal layers of waste mass and so its heating up to 550°C takes much less time (theoretically about 2-3 min) to complete the pyrolysis process.



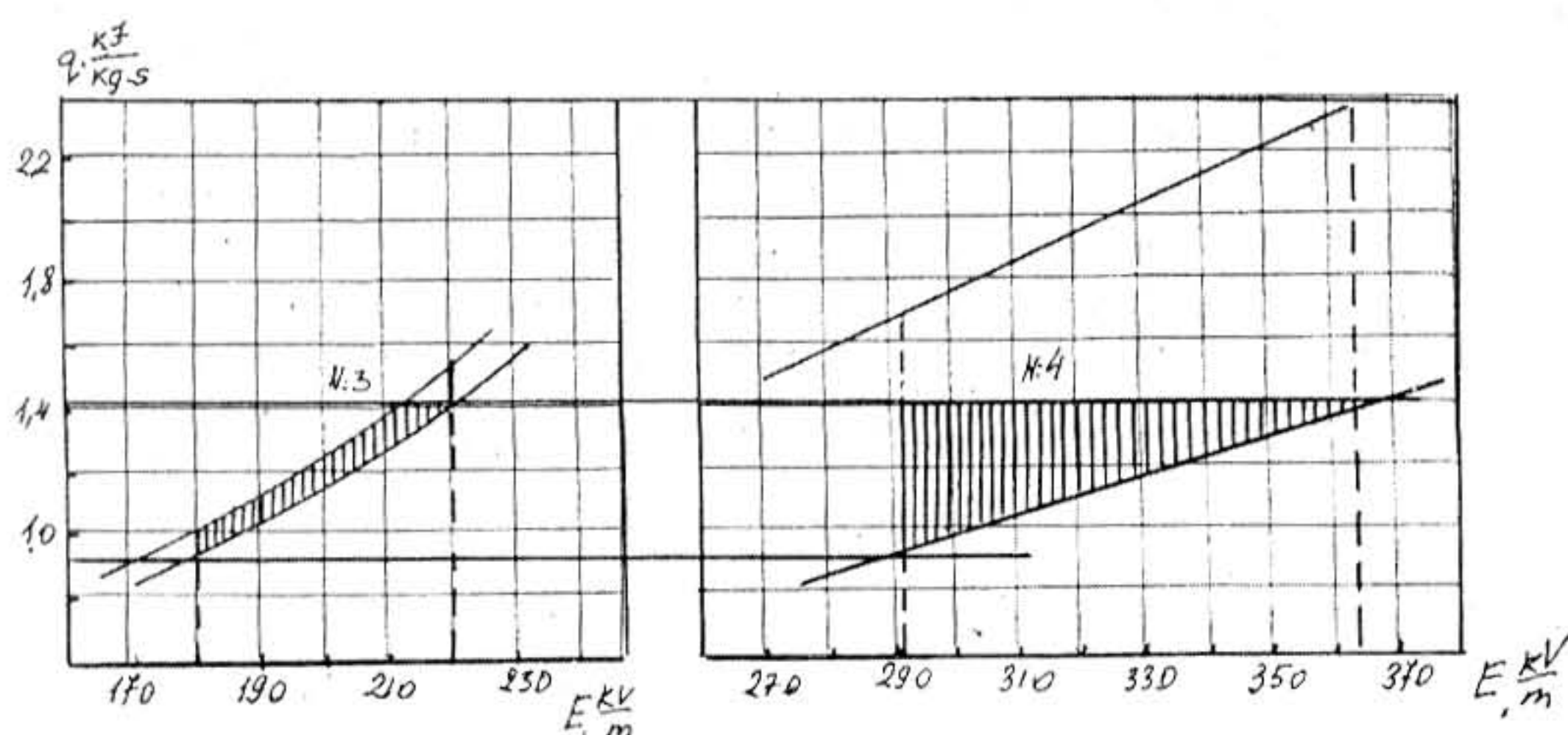


Fig. 5. The most optimal values of intensity  $E$  and frequency of electrical field

Besides there is not combustion with smoke, pyrolysis reactor is compact, isolated from environment, adjustable and easy to control the regimes of external and internal action. The impacts on the environment at the case are minimized. As a result of pyrolytic processing of wastes there may be obtained such worthy products as resins, combustible gaze, fuel, coke breeze and building materials. The non-organic materials after processing may be used in construction and highway engineering.

## SUMMARY

1. Complete solution of the environment pollution problem may be achieved by implementation ecologically safe pollution prevention technologies – ecotechnologies.
2. There are many indicators for assessment quality of environment. Special indicators for evaluation of industrial plants' ecological quality was obtained.
3. Indicators include complex parameters of quality of residuals, pollutants at each technology process.
4. The methodology of environmentally sound fields of technology was created.
5. The methodology was used for establishing the most optimal parameters of solid waste pyrolysis process by high frequency electromagnetic heating.

## BIBLIOGRAPHY

- BEF, 1998: Baltic State of the environment report based on environmental indicators. 93 p.
- БЕЛЯЕВ И. Р., ПУПЫРЕВ Е. И., 1996: Индикаторы качества окружающей среды. Альманах Экология большого города – М. Прима – Пресс.
- МИХАЙЛОВА Л. О., 1990: Критерии качества среды. Сборник трудов ВНИИСИ «Моделирование процессов экологического развития» Вып. 2. ВНИИСИ.

- NOVIKS G., 2000: Ecotechnology-physical and chemical approach. Proceedings of the International Conference "Integration problems of the Baltic region countries on their way to the European Union." March 2-3, Rēzekne, pp. 68-77.
- NOVIKS G., 2001a: Ekotehnoloģijas pamati. Rēzekne, RA, (The foundation of ecotechnology).
- NOVIKS G., 2001b: Environmentally sustainable technologies and environmental quality indicators, Vide.Tehnoloģija.Resursi. III starptautiskā zinātniski praktiskās konferences materiāli, Rēzekne,
- NOVIKS G.: The development of complex analysis system of ecotechnology parameters.
- The association of Finnish Local and Regional Authorities, 1977: Strategy for Sustainable development. Helsinki, 60 p.
- ВИНТОВКИН А. А. И ДР. 1998: Технологическое сжигание и использование топлива, М. Металлургия.





*Wojciech Owczarzak, Andrzej Mocek*

Katedra Gleboznawstwa, Akademia Rolnicza w Poznaniu

## **WPLYW OPADÓW ATMOSTERYCZNYCH NA GOSPODARKE WODNĄ GLEB AUTOGENICZNYCH PRZYLEGLYCH DO ODKRYWEK KOPALNI WĘGLA BRUNATNEGO**

### **EFFECT OF ATMOSPHERIC PRECIPITATION ON WATER REGIME OF AUTOGENIC SOILS ADJACENT TO LIGNITE OPENCAST MINES**

**Słowa kluczowe:** opady, reżim wodny gleby, gleby autogeniczne, kopalnie odkrywkowe.

**Streszczenie:** W pracy przedstawiono wpływ opadów atmosferycznych na stan uwilgotnienia gleb autogenicznych, usytuowanych w sąsiedztwie wyrobisk kopalni węgla brunatnego. Przeanalizowano ten problem na przestrzeni ponad 35 lat, uwzględniając zarówno ilość i rozkład opadów w skali roku, jak i w okresie wegetacyjnym. Dowiedziono, iż głównym źródłem wody decydującym o wysokości plonów roślin w glebach o typie gospodarki opadowo-wodnej są opady atmosferyczne, gdyż poziom zalegania zwierciadła wód gruntowych w tych utworach znajduje się na ogół poniżej profilu glebowego. Tym samym obecność wyrobisk kopalnianych nie powoduje obniżki plonowania roślin na tego typu glebach.

**Key words:** precipitation, soil water regime, autogenic soils, opencast mining.

**Summary:** The paper presents the influence of atmospheric precipitation on the state of moisture content of autogenic soils situated in the neighbourhood of lignite opencast workings. The problem was analysed within the span of 35 years taking into account both the amount and distribution of precipitation throughout the year as well as during the vegetation season. It was demonstrated that atmospheric precipitation was the main source of water influencing the harvest of crop plants in the case of soils characterised by the precipitation-water type of regime, as the level of ground water table in those formations was, as a rule, below the soil profile. Therefore, it can be said that the presence of opencast workings does not lead to declines of plant crops on those types of soils.

## **WSTĘP**

Z eksploatacją odkrywkową surowców nieuchronnie związane jest przeobrażenie środowiska geograficznego, szczególnie stosunków wodnych, a więc zarówno zmiany układu wód powierzchniowych, jak i podziemnych [Kaniewski, 1991]. Przyczynia się



do tego także kopalnictwo odkrywkowe węgla brunatnego. Dotyczy to przede wszystkim zmian geomechanicznych i hydrologicznych w wierzchniej warstwie litosfery. Zmiany reżimu wodnego w nadkładzie nie muszą jednak zawsze wywierać negatywnych skutków w uwilgotnieniu gleb, stanowiących miąższość zaledwie 1-2 m w wierzchniej warstwie skorupy ziemskiej. Zjawiska takie występują głównie w tych terenach, w których rolnicy obserwowali w przeszłości lustro wód studziennych poniżej 3-4 m od powierzchni gleb. Woda ta nie wpływała bowiem nigdy na produkcję rolniczą, gdyż znajdowała się zdecydowanie poza zasięgiem możliwym do wykorzystania przez systemy korzeniowe większości roślin uprawnych.

Problemy wpływu kopalnictwa odkrywkowego węgla brunatnego na stan uwilgotnienia gleb przyległych do wyrobisk kopalnianych były wielokrotnie prezentowane na różnych konferencjach. Powstało wiele publikacji naukowych i opracowań monograficznych poświęconych przekształceniom hydrologicznym zachodzącym w nadkładzie przykrywającym kopalnię [Praca zbiorowa..., 1991; Owczarzak i in., 1998; Mocek i in., 1998; Rząsa i in., 1999]. Temat ten wielokrotnie był także omawiany i wyjaśniany podczas licznych rozpraw sądowych w Koninie przez pracowników naukowych z dziedziny nauk rolniczych, głównie z zakresu gleboznawstwa z takich ośrodków w kraju, jak Akademii Rolniczych w Poznaniu i Wrocławiu, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, Instytut Ochrony Środowiska oraz Politechnika Warszawska.

Wobec jednak stale istniejących wątpliwości licznej rzeszy rolników, odnośnie reżimów wodnych spotykanych w glebach przyległych do wyrobisk i ich roli w plonowaniu roślin, celem niniejszej pracy jest poddanie szczegółowej analizie wielkości i rozkładu opadów atmosferycznych w wieloleciu, a także w wybranych okresach rocznych i wegetacyjnych, na możliwości retencjonowania wody w utworach glebowych, szczególnie w zasięgu ryzosfery roślin uprawnych.

## OBIEKT I METODYKA BADAŃ

Obiektem badań były gleby autogeniczne, zajmujące powierzchnię około 15 tys. ha, w pobliżu wyrobisk kopalnianych KWB KONIN. Należą one w większości do typu pławowych, w mniejszym stopniu do rdzawych i arenosoli. Gleby te wykształciły się głównie z glin zwałowych bądź piasków fluwiogłacjalnych [PTG, 1989; Rząsa i in., 1999]. Mają one tzw. pozytywne położenie w rzeźbie terenu, zajmując obszary równin morenowych i lokalnych wyniesień [Krygowski, 1961]. Ze względu na perkolatywny ruch wody [Puchalski i Prusinkiewicz, 1975], gleby te charakteryzują się typową gospodarką opadowo-wodną, a więc ich reżim powietrzno-wodny zależy niemal wyłącznie od ilości i rozkładu opadów atmosferycznych. Wśród tych utworów występują lokalnie, przeważnie w rynnowych obniżeniach, gleby semi- i hydrogeniczne, takie jak czarne ziemie, murszowe torfowe. Z racji swojego położenia wykazują one typ gospodarki wodnej przemiennej lub gruntowo-wodnej.

Analiza pokrywy glebowej badanego terenu na podstawie specjalistycznych badań gleboznawczych (179 profili i 923 wierceń glebowych) wykazała, że gleby o gospodarce opadowo-wodnej zajmują aż około 95% powierzchni [Mocek i Owczarzak,

1997]. Ze względu na zaleganie ustabilizowanego poziomu wód gruntowych w tych glebach na głębokości poniżej 2,0 m, najczęściej jednak w przedziale 3-5 m, utwory te nie ulegają degradacji odwodnieniowej pod wpływem działalności kopalnictwa odkrywkowego [Rząsa i in., 1999]. Tym samym ich reżim wodny, a zatem i zaopatrzenie roślin w wodę, zależy głównie od ilości opadów atmosferycznych. Wielkość uzyskiwanej biomasy determinowana jest w znacznym stopniu rozkładem opadów, szczególnie w okresie wegetacyjnym.

## REZULTATY BADAŃ

Powszechnie wiadomo, że głównym źródłem wody glebowej – niezależnie od typu gospodarki wodnej – są opady atmosferyczne. Różnice w miesięcznych i rocznych opadach oraz ich przestrzennym zróżnicowaniu kształtują w znacznym stopniu plonowanie roślin. Dotyczy to przede wszystkim gleb o wspomnianej wcześniej gospodarce opadowo-wodnej (retencji opadowej), w mniejszym stopniu utworów z gospodarką przemienną (na wiosnę – gruntową, w okresie letnim – opadową).

Na podstawie obszernych danych meteorologicznych za okres 1967-2002 (35 lat) charakterystycznych dla rejonu odkrywek KWB Konin (Kazimierz, Pątnów, Józwin i Lubstów), przeprowadzono szczegółową analizę zmienności opadów atmosferycznych zarówno w całym wieloleciu, jak również w wybranych, charakterystycznych okresach (rys. 1 i 2). Czasowe przedziały tych okresów wybrano nieprzypadkowo. Dotyczą one bowiem takich lat, które poprzedzały wykonywanie na tych obszarach w latach 60. i 70. ubiegłego stulecia badań gleboznawczych do celów klasyfikacji bonitacyjnej gleb lub hydrogeologicznych przed powstaniem wyrobisk kopalnianych. W analizie tej uwzględniono nie tylko ilość opadów w skali rocznej, ale również w okresach wegetacyjnych i retencji pozimowej. Bardzo istotnym jej elementem było umiejscowienie w czasie początku budowy wymienionych wyżej odkrywek i rozpoczęcia eksploatacji węgla (lata 1967-1997). Powstawanie bowiem wyrobisk kopalnianych – we wszystkich znanych nam przypadkach – wywoływało zawsze wśród rolników przekonanie o odwadnianiu terenów przyległych, a szczególnie o zabieraniu wody glebowej, produkcyjnej i związanej z tym obniżce plonowania roślin.

Zinterpretowane graficznie na rys. 1, 2 dane meteorologiczne, w powiązaniu z wymienionymi wyżej faktami, pozwalają na przeanalizowanie kilku kwestii i sformułowanie wynikających z nich wniosków.

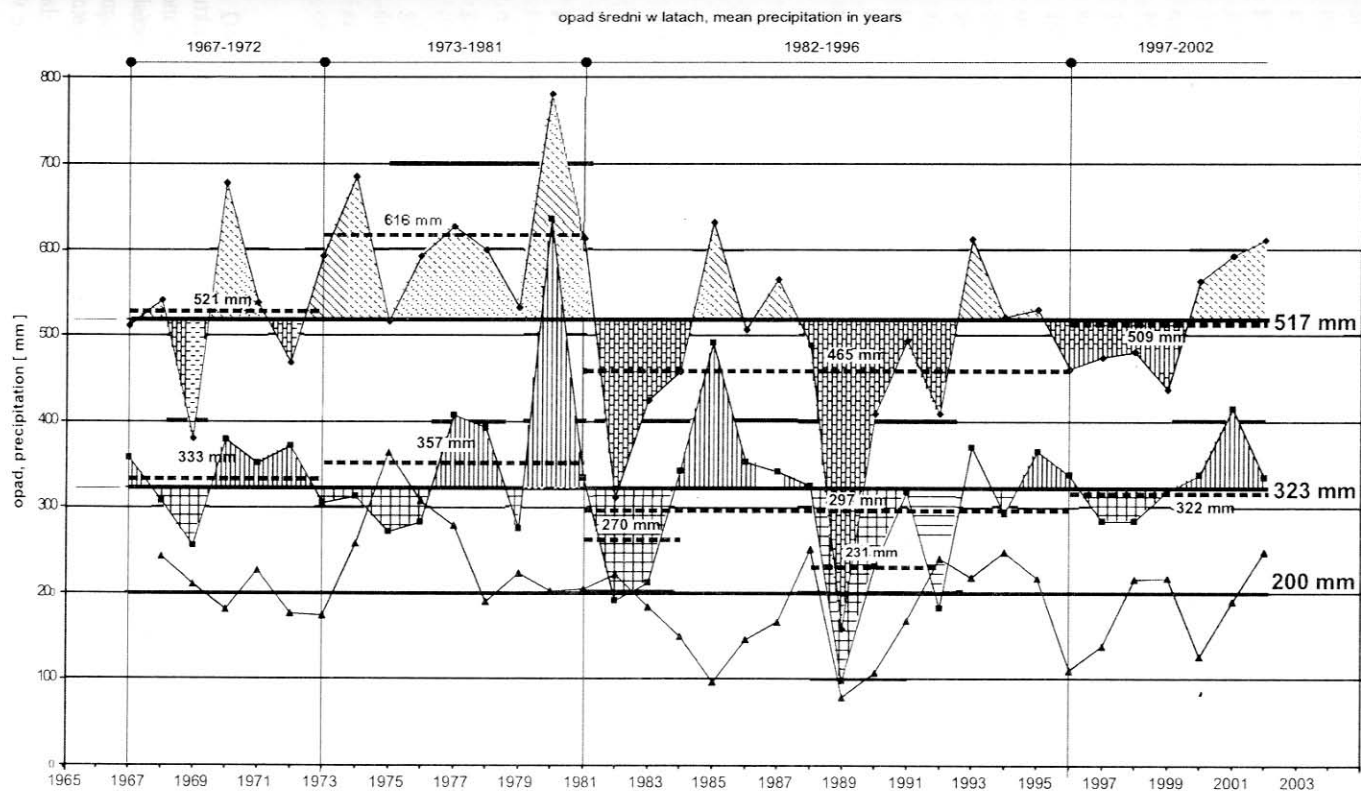
W rejonach odkrywek KWB Konin i terenach do nich przyległych wielkość opadów atmosferycznych w analizowanych latach 1967-2002 wykazywała duże zróżnicowanie. W tym przedziale czasowym średnie sumy opadów atmosferycznych wynosiły: 517 mm – dla wielolecia, 323 mm – dla okresu wegetacyjnego, 200 mm – dla retencji pozimowej. Wartości te stanowią poziom odniesienia w dalszej analizie zmienności warunków atmosferycznych. W tym 35-letnim okresie można wyróżnić 4 przedziały czasowe, w których wystąpiły względnie wyrównane, aczkolwiek na różnym poziomie wysokości i rozkładu opady atmosferyczne (rys. 1).

W pierwszym okresie (lata 1967-1972) średnie roczne sumy opadów były na poziomie 521 mm i nie odbiegały od średnich sum opadów z wielolecia – 517 mm. W



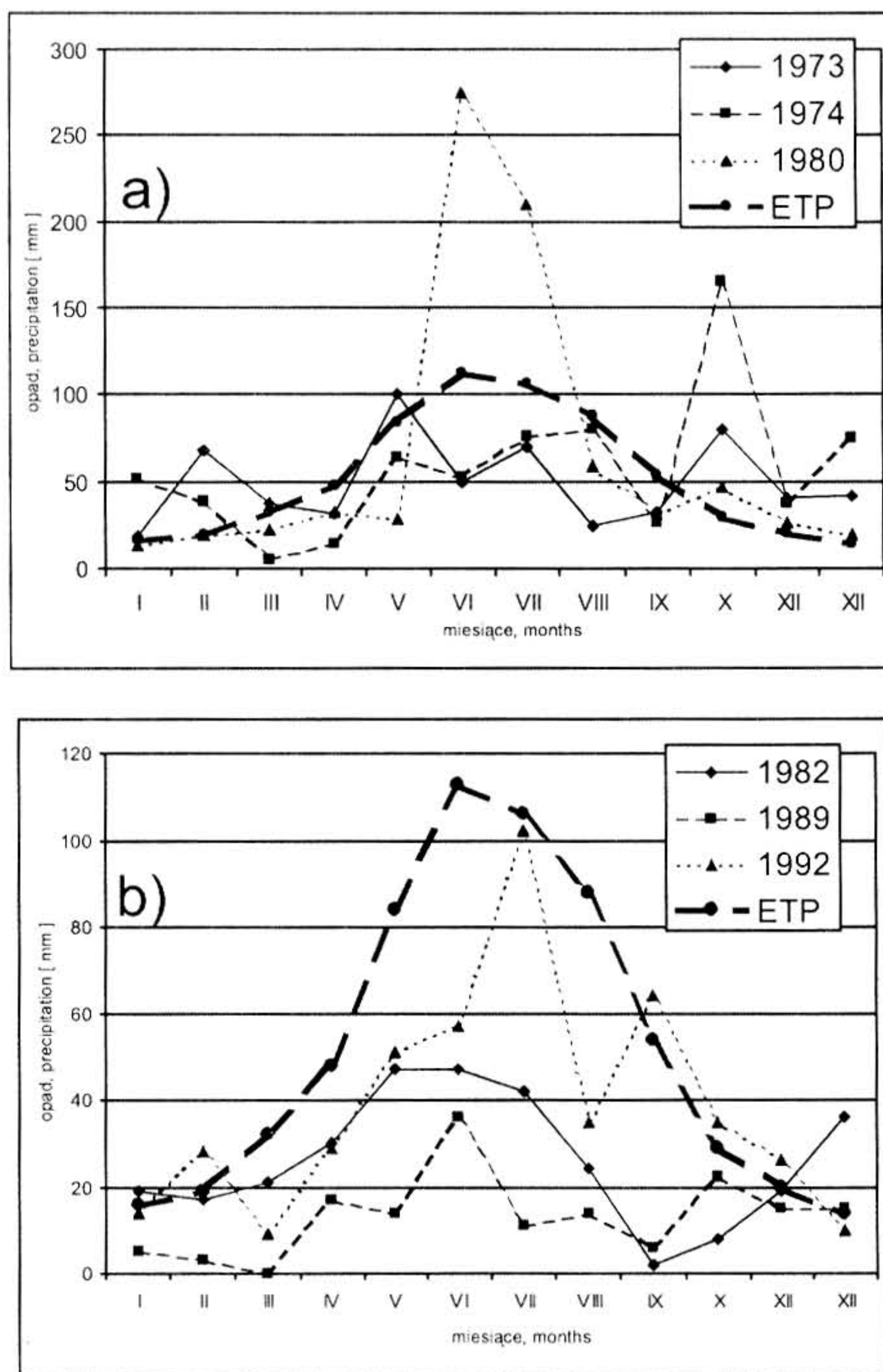
następującym po tym okresie 1973 roku prowadzono na badanym obiekcie prace gleboznawcze w ramach prac kartograficznych do wydania map glebowo-rolniczych w skali 1:5000. W trakcie badań terenowych, wykonywanych w październiku tegoż roku, w profilach glebowych zlokalizowanych w obrębie gruntów rolnych nie stwierdzono w zdecydowanej większości gleb autogenicznych występowania poziomu wód gruntowych. Stąd też klasyfikatorzy słusznie zaliczyli je do gleb IV kategorii stosunków wodno-powietrznych, a więc okresowo za suchych, nie wymagających melioracji. Mniejszy stan uwilgotnienia gleb w tym roku mógł wynikać z niższych opadów od średniej z tego okresu w sezonie wegetacyjnym, szczególnie w miesiącach od czerwca do września. W takich uwarunkowaniach wilgotnościowych gleb klasyfikatorzy musieli zaliczyć je do kompleksów zbożowych 6 i 7.

Okres drugi przypada na kolejnych 9 lat po 1972 roku. W przedziale lat 1973-1981 na analizowanym terenie wystąpiły opady znacznie wyższe od wartości średnich z wielolecia. Średnie sumy rocznych opadów w tym okresie kształtowały się na poziomie 616 mm i były o 95 mm wyższe od średnich sum opadów z wielolecia – 517 mm. Podobna tendencja zaznaczyła się w okresie wegetacyjnym: średnia 357 mm z tego okresu wobec 323 mm z wielolecia. Pod koniec omawianego przedziału lat, tj. w 1980 roku wystąpiły rekordowo wysokie opady – suma roczna osiągnęła wartość 781 mm. O tak wysokiej średniej zdecydowały przede wszystkim niespotykane dotychczas, jak również do chwili obecnej, bardzo wysokie opady w okresie wegetacyjnym: 275 mm w lipcu i 210 mm w sierpniu. Ten kilkuletni okres względnie dużych opadów mógł spowodować podniesienie się zwierciadła wód gruntowych na tym terenie, gdyż przypowierzchniowe warstwy gleb piaszczystych – charakteryzujące się niską pojemnością wodną – nie były zdolne zatrzymać tak znacznych ilości wody wolnej pochodzącej z opadów. Przy wysokim współczynniku infiltracji omawianych utworów glebowych, nadmiar dużych ilości wody grawitacyjnej bardzo szybko przemieszczał się w kierunku niżej położonych (0,8-2,0 m) słabo przepuszczalnych warstw utworów gliniastych, wysycając ich spiaszczenia, a następnie tworząc płytko zalegające zwierciadło wód gruntowych pierwszego poziomu. Nadmiar wód gruntowych – wobec ogólnie wyrównanego terenu i braku otwartych cieków wodnych – nie mógł być szybko odprowadzony. Stąd też na początku lat 80. władze gminne podjęły decyzję o melioracji, najczęściej za pomocą drenowania niesystematycznego, znacznych powierzchni gruntów ornych i użytków zielonych. Złożone przez rolników wnioski o przeprowadzenie melioracji gruntów ornych w tym czasie wydają się całkiem słuszne z jeszcze jednego powodu. W tym bowiem okresie, a szczególnie w latach 1974-1977 wystąpiły także wysokie opady w okresach zimowych, co powodowało dalszą, znacznie wyższą (250-350 mm) od średniej z wielolecia (200 mm) retencję pozimową. Skutkiem tego mogły być bardzo płytko zalegające poziomy wód gruntowych na wiosnę, co mogło utrudniać, a nawet opóźniać terminowe wejście w pole z wiosennymi zabiegami agrotechnicznymi.



Rys. 1. Średnie roczne i za wybrane okresy sumy opadów atmosferycznych (wielolecie 1967-2002) dla stacji w Janowie (03.1967-06.1977), Gosławicach (07.1977-09.1977), Pątnowie (10.1977-12.1989), Kole (01.1990-12.1994) i Kleczewie (01.1995-12.2002)





**Rys. 2. Zmienność opadów atmosferycznych w tzw. latach: a) wilgotnych (1973, 1974, 1980) i b) suchych (1982, 1989, 1992)**

Po 1981 roku rozpoczął się trzeci okres, ważny szczególnie ze społecznego punktu widzenia, głównie w kwestii roszczeń o odszkodowania za szkody w plonach wywołane rzekomym kopalnianym odwodnieniem gruntów rolnych przylegających do wyrobisk kopalnianych, przede wszystkim odkrywki Lubstów. Rok 1982 jest początkiem eksploatacji węgla z tej odkrywki, ale też zapoczątkowuje długi, bo kilkunastoletni okres niekorzystnych dla rolnictwa warunków meteorologicznych. W okresie 15. lat (1982-1996) obserwuje się wyraźne obniżenie opadów atmosferycznych. Zaledwie w



czterech latach 1985, 1987, 1993 i 1995 sumy rocznych opadów były wyższe od średniej z wielolecia (517 mm). W tym okresie natomiast wystąpiły katastrofalnie niskie roczne opady na poziomie 312 mm (1982 r.) i 159 mm (1989 r.). Średnia roczna suma opadów za analizowany okres wynosiła zaledwie 465 mm i w stosunku do przedziału lat go poprzedzającego (okres II) była aż o 150 mm niższa. Szczególnie jednak dotkliwe dla rolnictwa były okresy wegetacyjne w latach 1981-1984 i 1988-1992, w których średnie sumy opadów wynosiły odpowiednio 270 i 231 mm, spadając nawet do 192 mm i 98 mm we wspomnianych katastrofalnych latach 1982 i 1989. Podkreślić należy również, iż w tych 15 latach wystąpiły 3 okresy czasowe: 1983-1987, 1989-1991 i 1996-1997, w których była także bardzo niska retencja pozimowa w stosunku do średniej z wielolecia, kształtującej się na poziomie 200 mm. W latach 1985, 1989, 1990 i 1996 ilość wody zgromadzona w glebach po okresie zimowym osiągała najniższe wartości w okresie 35 lat, oscylując na poziomie zaledwie około 100 mm opadu, a więc 2-krotnie niższym od wspomnianej średniej z wielolecia. Fakt ten jest bardzo istotny w bilansie wodnym gleb, gdyż przy tak niskich opadach zimowych gleby wykazywały już wczesną wiosną znaczące niedobory wilgotności, które nie mogły być uzupełnione w kolejnych miesiącach, charakteryzujących się również bardzo niskimi opadami. Powodowało to zatem duży deficyt w tzw. wodzie produkcyjnej w całym okresie wegetacji. Skutkiem tego było w niektórych wymienionych wyżej krytycznych latach wyraźne obniżenie plonowania roślin. Zauważalnie niższe plony rolnicy zaczęli kojarzyć z odwodnieniem gleb przez działającą już wtedy od kilku lat zarówno odkrywkę Lubstów, jak i inne odkrywki.

Pod koniec tego okresu, tj. w latach 1996 i 1997 przeprowadzone zostały na obszarze 48 wsi specjalistyczne badania gleboznawcze przez Katedrę Gleboznawstwa AR w Poznaniu na zlecenie Sądu Rejonowego w Koninie [Mocek i Owczarzak, 1997]. W wyniku tych prac i analiz gleboznawczych oraz obserwacji plonowania roślin uprawnych, w tym także sadowniczych stwierdzono wówczas, iż około 90% powierzchni gruntów badanych wsi stanowiły gleby płowe i brunatne wylugowane (aktualnie rdzawe i arenosole). Wykazują one typ gospodarki opadowo-wodnej, a więc nie mogły być w żaden sposób odwodnione przez istniejące wyrobiska kopalniane, gdyż takie gleby z natury nie posiadały wód gruntowych w obrębie profilu glebowego (0-2 m), szczególnie w okresie wegetacyjnym. Jednakże znajdujące się na obszarze tych gleb liczne zagłębienia i „kacze dołki” oraz nieregularne rowki odwadniające świadczyły o tym, iż w przeszłości nieznaczne tereny mogły być okresowo podtapiane – szczególnie wczesną wiosną. Ta nadmierna podmokłość – w lokalnych obniżeniach – objawiła się charakterystyczną murszastością części gleb mineralnych.

## DYSKUSJA I PODSUMOWANIE

Zebrane dane dotyczące opadów atmosferycznych w wieloleciu 1967-2002 oraz dokonana po raz pierwszy tak szczegółowa analiza ich zmienności w ciągu 35 lat potwierdziła jedynie wcześniejsze poglądy naukowców, że w warunkach klimatycznych Wielkopolski plonowanie roślin uprawnych na glebach o gospodarce opadowo-wodnej zależy wyłącznie od ilości i rozkładu opadów w okresie wegetacyjnym [Owczarzak i



in., 1998, 2000; Mocek i in., 1998, 2001; Mocek i Owczarzak, 1997; Rząsa i in., 1999]. Przy dużym zróżnicowaniu uprawianych w kraju gatunków roślin (nawet w jednym gospodarstwie), o różnym i zmiennym w czasie ich zapotrzebowaniu na wodę produkcyjną, optymalne warunki dla wzrostu i rozwoju roślin są tylko wtedy, gdy wielkość opadów atmosferycznych oscyluje wokół wartości około 520 mm rocznie i około 350-370 mm w okresie wegetacji, przy czym ważny jest względnie równomierny ich rozkład w tym okresie. Każde odstępstwa od tak pojmowanego optimum warunków pogodowych powodować będą niekorzystne zmiany w uwilgotnieniu gleb, a także utrudnienia w stosowaniu właściwej i terminowej agrotechniki. Okresowo nadmierne uwilgotnienie gleb może tworzyć wymokliska (zanik roślin ze względu na procesy gnilne, beztlenowe) i utrudniać zbiór plonów. Natomiast dłuższy okres niedoboru wilgoci w glebie może zahamować rozwój roślin, a nawet spowodować ich obumieranie wskutek braku wody dostępnej, niezbędnej do procesów fizjologicznych. Jak duża może być zmienność w rozkładzie opadów atmosferycznych w ciągu roku – na tle ewapotranspiracji (ETP) pokazują krzywe ich przebiegu na rys. 2.

Miarą potrzeb wodnych roślin jest ewapotranspiracja potencjalna – ETP, która łącznie z opadem rzeczywistym – Pr decydują o klimatycznym bilansie wodnym danego terenu. Rejon Konina jest zaliczany do regionu poznańskiego [Gumiński, 1948], a zatem o ujemnym bilansie wodnym w skali roku na poziomie około 120 mm niedoboru opadu [Kędziora, 1995]. Przyjmując za okres 1951-1970 średnią wartość ewapotranspiracji dla obszaru Wielkopolski na poziomie 623 mm [Kędziora, 1995] i średnie roczne sumy opadów z okresu 35 lat na poziomie 517 mm (rys.1), klimatyczny wskaźnik niedoborów wodnych dla badanego obszaru jest nawet nieco niższy bowiem wynosi 106 mm opadu w skali roku i 170 mm w okresie wegetacyjnym.

Natomiast zupełnie inaczej wygląda problem niedoborów opadów, jeśli rozpatrywać go w odniesieniu do tzw. lat wilgotnych czy suchych (tab. 1). W latach 1973, 1974 i 1980, a więc w latach o rocznej średniej sumie opadów 686 mm, większych od opadów z wielolecia – 517 mm (rys.1), występuje nawet nadmiar opadów w skali roku na poziomie +63 mm oraz niedobór jedynie na poziomie – 75 mm w okresie wegetacyjnym. Z kolei w innych 3 latach 1982, 1989 i 1992, a więc w latach o rocznej średniej sumie opadów 293 mm, mniejszych od opadów z wielolecia, roczne niedobory wodne wynoszą aż 330 mm opadu, a w okresie wegetacji osiągają wartość 335 mm.

W przypadku zatem tzw. lat wilgotnych nieznaczne niedobory wody występują jedynie krótkotrwale, głównie późną wiosną i pod koniec lata. Natomiast w tzw. latach suchych, szczególnie przy niskim poziomie retencji pozimowej, klimatyczny wskaźnik niedoborów wody jest ujemny już od lutego aż do końca października (rys. 2).



**Tab. 1. Klimatyczne wskaźniki niedoborów wody w wybranych latach wilgotnych i suchych**

Lata	ETP /* 1951-1970 [mm]		Opad rzeczywisty Pr [mm]]		Klimatyczny wskaźnik niedoborów wody [mm]	
			roczny	w okresie wegetacji	roczny	w okresie wegetacji
Lata wilgotne						
1973	623	493	592	306	-31	-187
1974			686	313	+63	-180
1980			781	636	+158	+143
Średni			686	418	+63	-75
Lata suche						
1982	623	493	312	192	-311	-301
1989			159	98	-464	-395
1992			408	183	-215	-370
Średni			293	158	-330	-335

/\* -ETP - ewapotranspiracja potencjalna

O ile problem wpływu przebiegu warunków pogodowych na zmiany uwilgotnienia gleb i związane z nim plonowanie roślin jest możliwy do względnie łatwego uchwycenia i przeanalizowania, o tyle trudniejsze do oceny są zachodzące zmiany w położeniu zwierciadła wód gruntowych. W glebach o gospodarce opadowo-wodnej poziomy tych wód – w warunkach fizjograficznych Wielkopolski – mogą występować na głębokości poniżej 2-3 m, a więc poza zasięgiem profilu glebowego, który szczególnie podlega ocenie w badaniach gleboznawczych. Kontrola zmienności zalegania wód gruntowych wymaga natomiast wykonania szeregu wierceń wgłębnych (4-6 m p.p.t.) oraz obserwacji i pomiarów wód studziennych. Dopóki takie badania nie będą prowadzone odpowiednio wcześnie, szczególnie w rejonach powstawania głębokich wyrobisk kopalniach, dopóty trudna będzie jednoznaczna, obiektywna ocena czy rozgraniczenie naturalnych i antropogenicznych przyczyn zmian w zaleganiu wód gruntowych.

Rozpatrując zatem wpływ opadów atmosferycznych na gospodarkę wodną gleb, należy je wiązać z możliwościami retencjonowania wody w zasięgu profili glebowych, które zależą głównie od uziarnienia określonych typów glebowych. Na badanym obiekcie dominujące gleby płowe, wykształcone z piasków gliniastych płytko lub średnio głęboko podścielonych glinami zwałowymi, zaliczane są do IIIb i IVa klas bonitacyjnych oraz 4 i 5 kompleksów przydatności rolniczej. Ich całkowita zdolność retencyjna (do głębokości 2,0 m) kształtuje się na poziomie około 420 mm, natomiast efektywna retencja użyteczna, decydująca o produkcji biomasy roślin, zawiera się – w zależności od przyjęcia górnej granicy dostępności wody (pF 2,0 lub pF 2,5) – odpowiednio w przedziale od 285 do 230 mm opadu [Owczarzak i in., 1998]. W nawiązaniu do niskich opadów zarówno w okresie wegetacyjnym, jak i jesienno-



zimowym, stosunkowo duże zdolności retencyjne analizowanych gleb nie są zatem w praktyce wykorzystane.

## LITERATURA

- GUMIŃSKI R., 1948: Próba wydzielenia dzielnic rolniczo-klimatycznych w Polsce. *Przegl. Meteorol. i Hydr.*, 1.
- KANIEWSKI A., 1991: Zmiany stosunków wodnych w rejonie Konina, związane z działalnością kopalnictwa odkrywkowego. [w:] *Przemiany środowiska geograficznego obszaru Konin-Turek*. Red. W. Stankowski. Inst. Bad. Czwartorzędu UAM, Poznań.
- KĘDZIORA A., 1995: *Podstawy agrometeorologii*. PWRiL, Poznań.
- KRYGOWSKI B., 1961: *Geografia fizyczna Niziny Wielkopolskiej*. Cz. I. Geomorfologia. Wyd. Mat. Przyr. PTPN.
- MOCEK A., OWCZARZAK W., 1997: Mapy degradacji produktywności 48 wsi w rejonach odwadnianych przez Kopalnię Węgla Brunatnego Konin – jako podstawa wyceny szkód górniczych. *Opracowanie naukowe dla Sądu Rejonowego w Koninie (ekspertyza)*.
- MOCEK A., OWCZARZAK W., KACZMAREK Z., 2001: Evaluation of criteria of the extent of soil degradation in the vicinity of workings of opencast brown coal mines situated on the Central Polish Lowland. *Acta Agrophysica* 51, 131-142.
- MOCEK A., RZAŚA S., OWCZARZAK W., 1998: Ocena wpływu odkrywki węgla brunatnego „Władysławów” na degradację produktywności gleb wsi Russocice. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 460, 639-650.
- OWCZARZAK W., MOCEK A., RYBCZYŃSKI P., 2000: Zdolności filtracyjne oraz zasięg depresji w utworach piaszczystych przylegających do odkrywki „Drzewce”. *Rocz. AR Pozn. CCCXVII, Roln.* 56, 153-165.
- OWCZARZAK W., MOCEK A., RZAŚA S., 1998: Zdolności retencyjne gleb płowych przyległych do odkrywek węgla brunatnego KWB KONIN. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 455, 199-210.
- POLSKIE TOWARZYSTWO GLEBOZNAWCZE, 1989: *Systematyka gleb Polski*. Rocz. Glebozn. 40, 3/4, PWN, Warszawa.
- PUCHAŁSKI T., PRUSINKIEWICZ Z., 1975: *Ekologiczne podstawy siedliskoznawstwa leśnego*. PWRiL, Warszawa.
- Praca zbiorowa pod red. W. Stankowskiego, 1991: *Przemiany środowiska geograficznego obszaru Konin-Turek*. Inst. Bad. Czwartorzędu UAM, Poznań.
- RZAŚA S., OWCZARZAK W., MOCEK A., 1999: Problemy odwodnieniowej degradacji gleb uprawnych w rejonach kopalnictwa odkrywkowego na Nizinie Środkowopolskiej. *Wyd. AR Pozn.*



**Daniel Ochman, Jarosław Kaszubkiewicz**

Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego, Akademia Rolnicza we Wrocławiu

## ZMIANY NATLENIEŃ WÓD W SĄSIEDZTWIE BUDOWLI PIĘTRZĄCYCH NA PRZYKŁADZIE RZeki SMORTAWY

## THE CHANGE OF WATER OXYGENATION STATE IN THE VICINITY OF DAM PLANTS ON THE SMORTAWA RIVER EXAMPLE

**Słowa kluczowe:** tlen w wodzie, budowle hydrotechniczne, rzeka Smortawa.

**Streszczenie:** Zabudowa hydrotechniczna rzeki Smortawy wpływa na zmiany warunków tlenowych w wodach rzecznych. W okresie pomiędzy kwietniem 1999 roku a grudniem 2000 roku w różnych terminach i przy różnej temperaturze wód dokonywano pomiarów zawartości tlenu powyżej i poniżej budowli hydrotechnicznych. Badania te pozwoliły wykazać, jaki wpływ na natlenienie ma wysokość budowli piętrzących, ich konstrukcja oraz reżim hydrologiczny cieku.

**Key words:** oxygen in the water, hydrotechnical construction, the Smortawa river.

**Summary:** Hydrotechnical constructions on the Smortawa river influences on changes of the oxygenic conditions in the water. Between April 1999 and December 2000 there were made measurements of content of oxygen above and below hydrotechnical constructions, in various terms and temperature of the water. Investigations demonstrated the influence of the height of piling up constructions and hydrological regime of the river on the level of oxygen in the water.

### WSTĘP

W wyniku powodującej znaczne obniżenie wód gruntowy wadliwej regulacji rzeki Smortawy będącej prawobrzeżnym dopływem Odry, w 1992 r. podjęto decyzję o jej ponownej zabudowie urządzeniami hydrotechnicznymi. W wyniku tych prac na rzece wybudowano cztery jazy i stopnie piętrzące [Ochman, 2001]. Należą do nich następujące budowle:

- jaz ruchomy „Hanna” (km 5+050) o wysokości piętrzenia 185 cm,
- stopień drewniany (km 8+030) o wysokości piętrzenia 66 cm,
- stopień betonowo-kamienny (km 9+058) o wysokości piętrzenia 50 cm,
- jaz stały betonowo-kamienny (km 9+678) o wysokości piętrzenia 175 cm.

Budowle piętrzące wpływają na warunki tlenowe panujące w cieku w dwojaki sposób. Spiętrzenie wody powoduje zmniejszenie szybkości przepływu i zwiększenie



średniej głębokości, co doprowadza do zwiększenia czasu płynięcia wody, a więc do zwiększenia zużycia tlenu. Jest to więc pośredni wpływ negatywny budowli piętrzących.

Bezpośredni wpływ pozytywny budowli piętrzących, zwłaszcza jazów stałych przelewowych lub niektórych typów jazów ruchomych, polega na intensywnym natlenianiu się wody w czasie jej przepływu przez korony jazów stałych lub przez elementy piętrzące jazów ruchomych. Największy udział budowli piętrzących w procesie napowietrzania wody i w ogólnym bilansie tlenowym występuje w okresie letnim, tj. wówczas, gdy obserwuje się największe deficyty tlenowe, najmniejsze przepływy i największe zanieczyszczenia [Mańczak, 1978; Bajkowski, 1998].

Z badań prowadzonych nad zmianami zawartości tlenu przy przejściu przez budowle piętrzące wynika, że powodują one wzrost zawartości tlenu na stanowisku dolnym, co wpływa na proces samooczyszczania i stwarza dogodne warunki dla bytowania ryb [Mańczak, 1978; Bajkowski, 1998].

Zróżnicowanie zawartości tlenu związane jest z rodzajem budowli, wysokością przelewającej się wody oraz natężeniem przepływu. Najwięcej tlenu pobierane jest tam gdzie jest największy przepływ, natomiast najmniejszy pobór występuje tam gdzie przelewa się najmniejsza warstwa wody [Adynkiewicz-Piragas, 1999].

Budowle piętrzące wpływają na podwyższenie zawartości tlenu na stanowisku poniżej budowli. Ilość pobranego tlenu zależna jest od wysokości budowli piętrzącej i jej konstrukcji oraz reżimu hydrologicznego [Adynkiewicz-Piragas, 2000].

Celem pracy jest ocena wpływu czterech budowli piętrzących, znajdujących się pomiędzy 9+676 a 5+050 kilometrem rzeki Smortawy, na warunki tlenowe panujące w jej wodach.

## METODYKA BADAŃ

Badanie zawartości tlenu wykonywano powyżej i poniżej budowli piętrzących, w odległości 50 cm od budowli, bezpośrednio w nurcie rzeki. Pomiarów dokonywano za pomocą tlenomierza przenośnego WTW, typ Oxi 323-B/Set. Urządzenie to składa się z sondy tlenowej (czujnik galwaniczny z membraną) oraz tlenomierza (miernik z kompensacją temperatury) [Hermanowicz i in., 1976]. Pomiarów wykonywano według normy PN 72/C – 04545/08.

Pomiarów dokonywano pomiędzy kwietniem 1999 roku a grudniem 2000 roku, w różnych terminach i przy różnej temperaturze wód (22 serie pomiarowe).

Oprócz zestawień porównawczych, w celu zbadania wpływu budowli piętrzących na zawartość tlenu wykorzystano metodykę opracowaną przez Mańczaka [1964], [Mańczak, Wojtowicz, 1978].

Mańczak prowadził badania wpływu budowli piętrzących na warunki tlenowe na wielu ciekach o różnej charakterystyce. Przyjęto za Mańczakiem, że do przeprowadzenia analizy wyników badań niezbędne jest określenie takich parametrów, jak:

- a – ilość pobranego tlenu przez wodę rzeczna na budowli [ $\text{mgO}_2 \cdot \text{l}^{-1}$ ],
- b – współczynnik intensywności poboru tlenu na budowli piętrzącej,



- $r$  – współczynnik niedoboru tlenu,
- $C_A$  – zawartość rozpuszczonego tlenu powyżej budowli [ $\text{mgO}_2 \cdot \text{l}^{-1}$ ],
- $C_B$  – zawartość rozpuszczonego tlenu poniżej budowli [ $\text{mgO}_2 \cdot \text{l}^{-1}$ ],
- $C_S$  – pełne nasycenie wody w tlen przy danej temperaturze i ciśnieniu atmosferycznym [ $\text{mgO}_2 \cdot \text{l}^{-1}$ ],
- $N_A$  – niedobór tlenu powyżej budowli [ $\text{mgO}_2 \cdot \text{l}^{-1}$ ],
- $N_B$  – niedobór tlenu poniżej budowli [ $\text{mgO}_2 \cdot \text{l}^{-1}$ ].

Wartości parametrów  $C_A$  oraz  $C_B$  uzyskano na podstawie pomiarów bezpośrednich, parametr  $C_S$  odczytano z tabeli opracowanej przez G.C. Whipple'a i M.C. Whipple'a na podstawie pomiarów C.I.I. Foxa. Obliczenia pozostałych parametrów przeprowadzono w oparciu o następujące zależności:

$$N_A = C_S - C_A \text{ [mgO}_2 \cdot \text{l}^{-1}\text{]}$$

$$N_B = C_S - C_B \text{ [mgO}_2 \cdot \text{l}^{-1}\text{]}$$

$$r = (C_S - C_A) : (C_S - C_B) = N_A : N_B$$

$$a = N_A - N_B \text{ [mgO}_2 \cdot \text{l}^{-1}\text{]}$$

Obliczono również współczynnik intensywności poboru tlenu na budowli piętrzącej  $b$  [Mańczak, 1964].

Wykorzystano również dane z badań hydrologicznych i meteorologicznych.

## WYNIKI BADAŃ

Podczas badań stwierdzono różnice w stężeniu tlenu powyżej i poniżej budowli piętrzących (większe stężenie na dolnym stanowisku). Największą różnicę w zawartości tlenu rozpuszczonego pomiędzy wodą górną a dolną odnotowano we wrześniu 2000 roku na jazu ruchomym „Hanna” i wynosiła ona  $3,08 \text{ mgO}_2 \cdot \text{l}^{-1}$ . Średnią różnicę w zawartości tlenu rozpuszczonego powyżej i poniżej budowli piętrzących w okresie badawczym przedstawia rysunek 1.

Dla poszczególnych budowli piętrzących obliczono niedobory tlenu powyżej ( $N_A$ ) i poniżej budowli ( $N_B$ ), współczynnik niedoboru tlenu ( $r$ ) oraz współczynnik intensywności pobierania tlenu z atmosfery ( $b$ ). W tym celu wykorzystano pomiary stężenia tlenu powyżej i poniżej budowli oraz procent nasycenia wody tlenem. W tabeli 1 przedstawiono przykładowe wyniki pomiarów dla jazu ruchomego „Hanna”. Średnie wartości współczynników niedoboru tlenu ( $r$ ) wynosiły: dla jazu Bystrzyca (km 9+678) – 1,25 (wahania od 0,48 do 2,08), dla stopnia betonowo-kamiennego (km 9+058) – 1,00 (wahania od 0,67 do 1,09), dla stopnia drewnianego (km 8+030) – 1,06 (wahania od 0,05 do 1,43), dla jazu „Hanna” – 1,47 (wahania od 0,47 do 2,87).

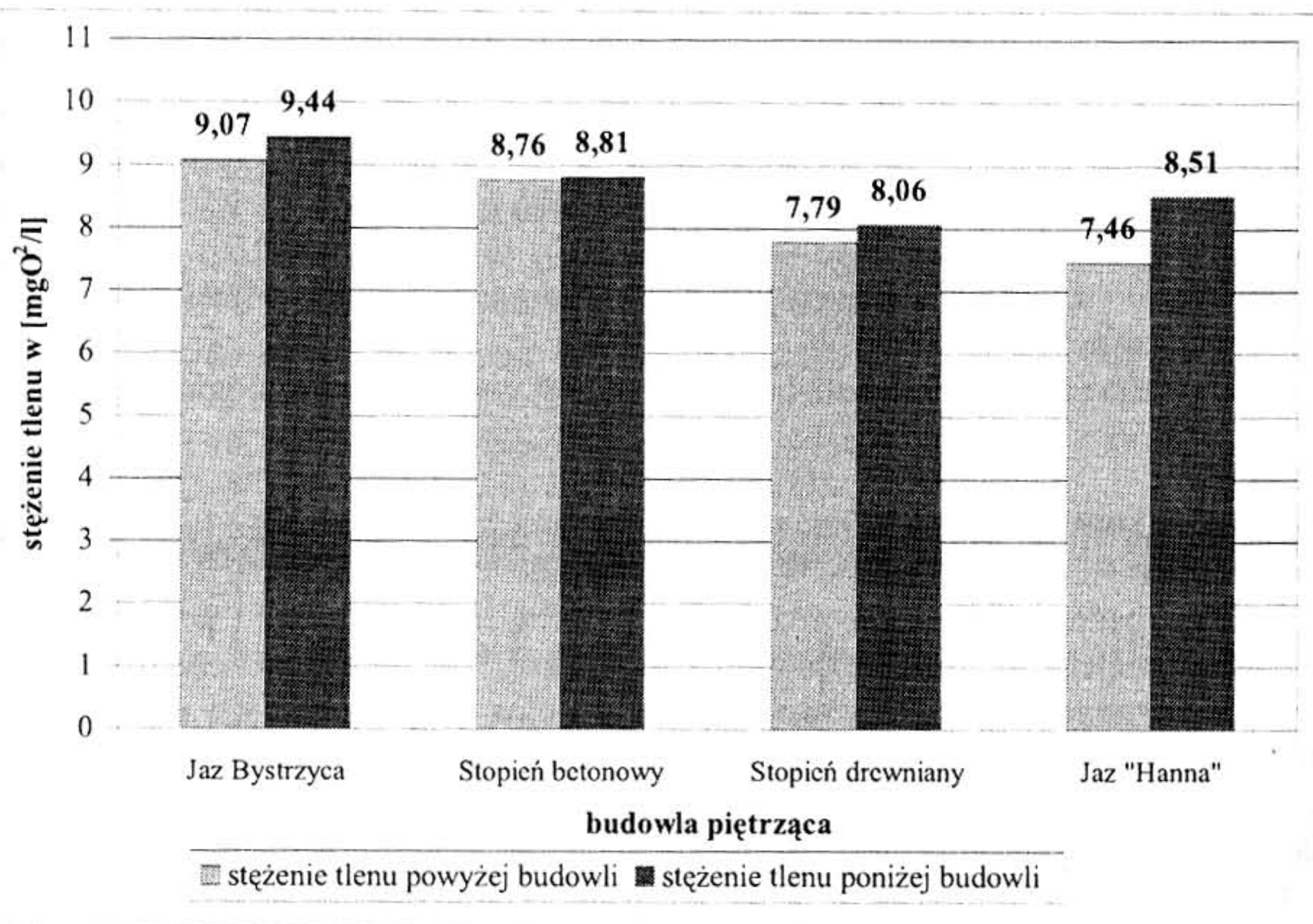
Najwyższą wartość współczynnika intensywności pobierania tlenu z atmosfery ( $b$ ) odnotowano na jazu „Hanna” – 0,759, najniższą na stopniu betonowo-kamiennym – 0,266, na pozostałych budowlach wartości te wynosiły: stopień drewniany – 0,478 i jaz stały Bystrzyca – 0,700.



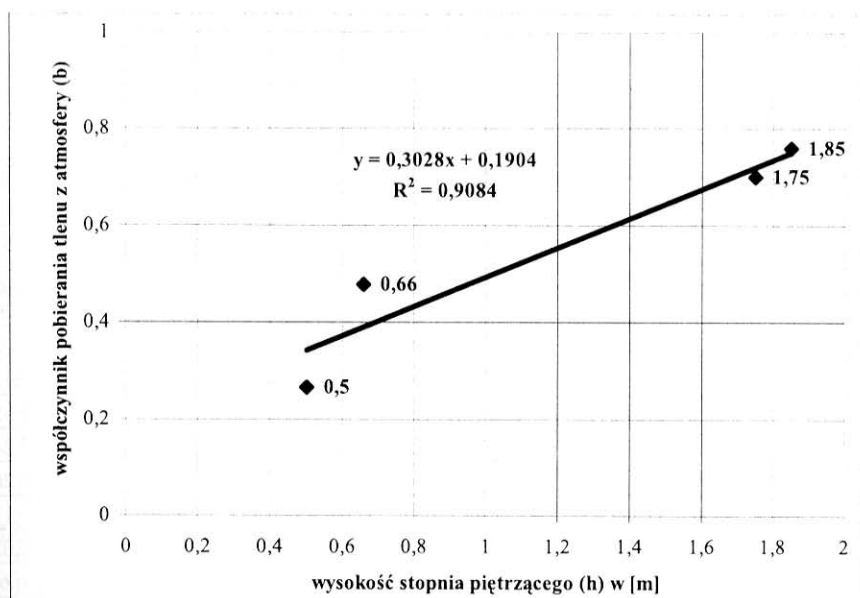
Dla poszczególnych grup wyników dotyczących różnych budowli piętrzących sporządzono wykresy przedstawiające zależność pomiędzy niedoborem tlenu powyżej ( $N_A$ ) i poniżej ( $N_B$ ) budowli. Zależność ta ma charakter liniowy.

Zależność pomiędzy średnimi wartościami współczynnika intensywności pobierania tlenu z atmosfery ( $b$ ) oraz odpowiadającymi im wysokościami budowli piętrzących przedstawiono na wykresie (rys. 2). Zależność ta ma charakter liniowy.

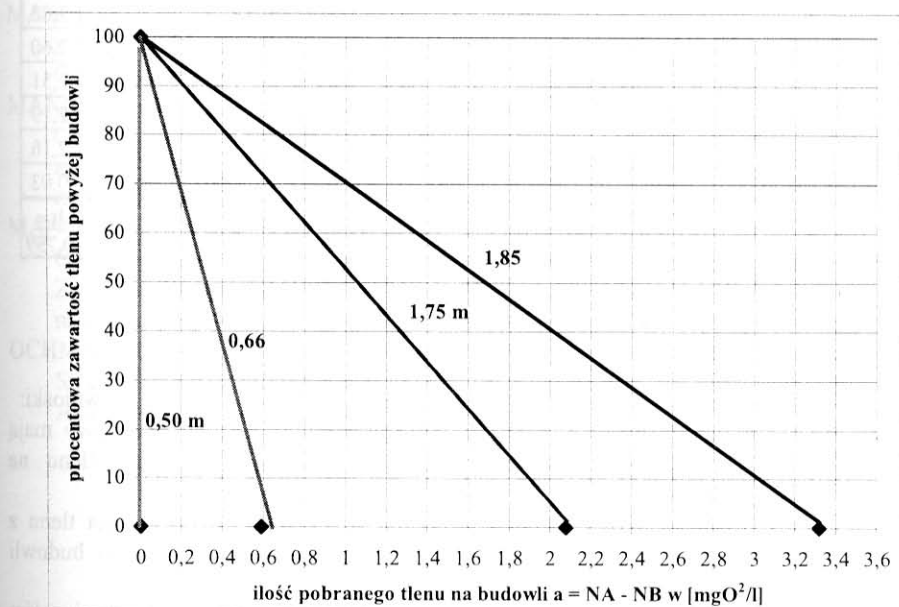
Ponadto obliczono ilość tlenu pobraną z atmosfery przy 100% niedoborze tlenu w wodzie ( $a_0$ ). Obliczone wartości  $a_0$  pozwoliły na skonstruowanie nomogramów pobierania tlenu z atmosfery na badanych budowlach piętrzących przy dowolnym początkowym nasyceniu wody tlenem (rys. 3).



Rys. 1. Średnie stężenie tlenu rozpuszczonego w wodzie powyżej i poniżej budowli piętrzących na rzece Smortawie



Rys. 2. Zależność współczynnika intensywności pobierania tlenu z atmosfery ( $b$ ) od wysokości budowli piętrzącej ( $h$ ) dla rzeki Smortawy



Rys. 3. Nomogram natlenienia na budowlach piętrzących na rzece Smortawie



**Tab. 1. Przykładowe obliczenia ilości pobranego tlenu (a), współczynnika niedoboru tlenu (r) oraz współczynnika intensywności pobierania tlenu (b) dla jazu ruchomego „Hanna”**

$C_S$ $\text{mgO}_2 \cdot \text{l}^{-1}$	$C_A$ $\text{mgO}_2 \cdot \text{l}^{-1}$	$N_A = C_S - C_A$ $\text{mgO}_2 \cdot \text{l}^{-1}$	$C_B$ $\text{mgO}_2 \cdot \text{l}^{-1}$	$N_B = C_S - C_B$ $\text{mgO}_2 \cdot \text{l}^{-1}$	$a = N_A - N_B$ $\text{mgO}_2 \cdot \text{l}^{-1}$	$r = N_A / N_B$	$y_{zi}$	$x_i$
9,43	6,34	3,09	6,37	3,06	0,03	1,01	67,2	0,03
9,26	7,21	2,05	7,82	1,44	0,61	1,42	77,9	0,61
9,31	7,01	2,30	7,64	1,67	0,63	1,38	75,3	0,63
9,15	10,12	-0,97	11,22	-2,07	1,10	0,47	110,6	1,10
9,24	5,03	4,21	6,23	3,01	1,20	1,40	54,4	1,20
9,78	4,80	4,98	6,22	3,56	1,42	1,40	49,1	1,42
9,46	4,25	5,21	6,00	3,46	1,75	1,51	44,9	1,75
10,71	7,04	3,67	7,59	3,12	0,55	1,18	65,7	0,55
11,67	9,19	2,48	9,43	2,24	0,24	1,11	78,7	0,24
13,24	10,68	2,56	10,94	2,30	0,26	1,11	80,7	0,26
12,14	10,30	1,84	10,41	1,73	0,11	1,06	84,8	0,11
12,14	10,35	1,79	10,4	1,74	0,05	1,03	85,3	0,05
10,03	14,89	-4,86	14,21	-4,18	-0,68	1,16	148,5	-0,68
8,94	3,01	5,93	3,30	5,64	0,29	1,05	33,7	0,29
9,52	5,41	4,11	5,92	3,60	0,51	1,14	56,8	0,51
9,37	5,50	3,87	8,02	1,35	2,52	2,87	58,7	2,52
10,46	4,95	5,51	8,03	2,43	3,08	2,27	47,3	3,08
10,81	6,28	4,53	8,88	1,93	2,60	2,35	58,1	2,60
10,58	6,09	4,49	8,60	1,98	2,51	2,27	57,6	2,51
11,38	6,02	5,36	8,21	3,17	2,19	1,69	52,9	2,19
11,87	8,26	3,61	10,42	1,45	2,16	2,49	69,6	2,16
13,10	11,39	1,71	11,42	1,68	0,03	1,02	86,9	0,03
Średnia					1,05	1,47	$\frac{b'}{0,1196}$	$\frac{b}{0,759}$

## WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań można sformułować następujące wnioski:

1. Budowle piętrzące usytuowane na badanym odcinku rzeki Smortawy mają wpływ na warunki tlenowe w rzece, zwiększając zawartość tlenu na stanowisku dolnym.
2. Ilość pobranego tlenu, a także wskaźniki intensywności pobierania tlenu z atmosfery (**b**) i niedoboru tlenu (**r**) zależą głównie od wysokości budowli piętrzących, ich konstrukcji oraz wysokości spadu wody na budowli.
3. Wpływ na ilość pobieranego tlenu ma także temperatura wody i reżim hydrologiczny rzeki Smortawy a w szczególności zmienne piętrzenie na jazie ruchomym „Hanna” (km 9+678), zmieniające stany wód w cieku i co za tym



idzie, prędkość przepływu oraz wysokość spadu i grubość warstwy wody przelewającej się przez poszczególne budowle. Piętrzenie na jazie powoduje zmniejszenie wysokości spadu wody na budowlach w dolnym biegu rzeki i zwiększenie na samym jazie. Brak piętrzenia powoduje sytuację odwrotną.

4. Budowlą charakteryzującą się największym poborem tlenu z atmosfery jest jaz ruchomy „Hanna” (km 5+050); najmniejszy pobór występuje na stopniu betonowo-kamiennym (km 9+058).

## LITERATURA

- ADYNKIEWICZ-PIRAGAS M., 1999: Badanie wpływu czynników antropogenicznych na ekosystem rzeki Smortawy. VI Konferencja Naukowa. Diagnozowanie stanu środowiska, metody badawcze – prognozy. Bydgoszcz, 98–107.
- ADYNKIEWICZ-PIRAGAS M., 2000: Wpływ inwestycji hydrotechnicznych na ekosystem rzeki Smortawy. Rozprawa doktorska. Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska. Akademia Rolnicza we Wrocławiu (maszynopis).
- BAJKOWSKI S., 1998: Wpływ budowli wodnych na warunki tlenowe w rzece. Przyrodnicze i techniczne problemy gospodarowania wodą dla zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich. Przegląd Naukowy SGGW. Warszawa, 145–152.
- HERMANOWICZ W., DOŻAŃSKA W., DOJLIDO J., KOZIOROWSKI B., 1976: Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków. Wydawnictwo „Arkady”. Warszawa.
- MAŃCZAK H., 1964: Poprawa warunków tlenowych potoków górskich za pomocą zabiegów hydrotechnicznych na przykładzie rzeki Czerniawki. Prace Instytutu Gospodarki Wodnej, tom II, zeszyt nr 3. Wrocław.
- MAŃCZAK H., 1978: Niektóre aspekty zdolności samooczyszczania się wód rzeki Odry i ich wpływ na rozmiar inwestycji z zakresu ochrony wód przed zanieczyszczeniem. Zagadnienia hydrologiczne, hydrogeologiczne i ochrony wód rzeki Odry. Sesja naukowa PAN. Wrocław, 241–250.
- MAŃCZAK H., WOJTOWICZ J., 1978: Wpływ przebudowy hydrotechnicznej rzeki Odry na jej warunki tlenowe na przykładzie stopnia wodnego w Januszkowicach. Zagadnienia hydrologiczne, hydrogeologiczne i ochrony wód rzeki Odry. Sesja naukowa PAN. Wrocław, 261–276.
- OCHMAN D., 2001: Wpływ budowli piętrzących na warunki tlenowe w rzece Smortawie. Praca magisterska. Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska. Akademia Rolnicza we Wrocławiu (maszynopis).





**Anna Orczewska**

University of Silesia, Faculty of Biology and Environmental Protection, Department of Ecology

## VEGETATION OF THE PROPOSED „BAŻANTKA” NATURE RESERVE ON GŁUBCZYCE PLATEAU IN THE LIGHT OF CURRENT THREATS TO THE FORESTED HABITATS

### ROŚLINNOŚĆ PROJEKTOWANEGO REZERWATU PRZYRODY „BAŻANTKA” NA PŁASKOWYZIE GŁUBCZYCKIM W ŚWIELE WSPÓŁCZESNYCH ZAGROŻEŃ ŚRODOWISK LEŚNYCH

**Key words:** forest fragmentation, biodiversity, ancient woodlands, forest habitats, disturbance.

**Summary:** The vegetation cover of a small isolated woodland located in the agricultural landscape of the Głubczyce Plateau was studied. The following forest communities of natural character were present there: *Ribeso nigri-Alnetum*, *Fraxino-Alnetum* and *Tilio cordatae-Carpinetum betuli*. The main evidence of transformation of the vegetation cover of the woodland is the presence of the *Picea abies-Impatiens parviflora* secondary community and the abundant occurrence of *Impatiens parviflora* in some parts of the natural communities. Another expansive species which, like *Impatiens parviflora*, contributes to a decrease in the biodiversity of the herb layer, is *Carex brizoides*. Although some evidence of past disturbance was noticed, the vegetation cover of the wood is relatively well preserved. A proposal has been made to protect the whole woodland as a nature reserve.

**Słowa kluczowe:** fragmentacja pokrywy leśnej, bioróżnorodność, stare lasy, siedliska leśne, zaburzenia

**Streszczenie:** Przeprowadzono badania nad roślinnością małego, izolowanego przestrzennie lasu, położonego w rolniczym krajobrazie Płaskowyżu Głubczyckiego. Stwierdzono tu obecność następujących zbiorowisk leśnych o charakterze naturalnym: *Ribeso nigri-Alnetum*, *Fraxino-Alnetum* oraz *Tilio cordatae-Carpinetum betuli*. Głównymi przejawami transformacji pokrywy roślinnej badanego obszaru była obecność zbiorowiska zastępczego *Picea abies-Impatiens parviflora*, rosnącego na siedlisku grądu oraz masowe występowanie *Impatiens parviflora* w niektórych partiach lasu. Innym ekspansywnym gatunkiem, który tak jak i niecierpek drobnokwiatowy, przyczynia się do spadku bogactwa gatunkowego w warstwie runa, jest *Carex brizoides*. Pomimo przejawów działających w przeszłości zaburzeń o charakterze antropogenicznym pokrywa roślinna badanego obiektu jest stosunkowo dobrze zachowana. Z tych względów proponuje się objąć go ochroną rezerwatową.



## INTRODUCTION

Głubczyce Plateau, covered with loess and a typical agricultural area, is one of the least wooded areas of Poland (4% of the area) [Kondracki, 1994]. Woodlands are confined to small fragments, distributed in places that are unsuited to agricultural purposes, such as on steep slopes, ravines and wet, muddy, low-lying areas with stagnating water. These isolated patches of forest are the remains of natural, forested cover. This cover started to shrink in the Neolithic Age as a result of human settlement and the development of agriculture [Orczewska, 2003]. They are the last refugia of woodland flora in this area and thus contribute to local biodiversity. Such woodlands deserve particular protection as valuable elements in the agricultural landscape.

The study site of 40,5 ha is located on the borders of Dzierżysławice village, which is situated a few kilometres from Głogówek town. It developed in the wet, flat and extensive valley of the Osobłoga river and its tributary the Młynówka. Only the southern and south-western part of the woodland encroaches the steep escarpment, at the top of which is the ridge that forms the border of the woodland studied. On the north the wood reaches the railway track, which runs along the valley of the river. The deep amelioration ditch and a field track are the western borders of the woodland. The study site is surrounded by arable fields and wet meadows. The biggest complex of meadows is on the northern side of the woodland. They intrude in the form of a V-shaped wedge into the edge of the wood (Fig. 1). The woodland is cut by many tracks. Some of them, which also mark the borders of forest divisions, especially in the flat and wettest part of the wood, are overgrown with vegetation and no longer used. The soils of the woodland are predominantly brown alluvial soils and brown leached soils (Plan urządzenia gospodarstwa leśnego. Nadleśnictwo Prudnik, obręb Prudnik. 1998-2007).

## METHODS

52 phytosociological records were taken using the Braun-Blanquet method, reflecting the phytocoenotic diversity of the study site. In this paper, only examples of relevés representing all types of communities present in the field are shown. On the basis of the list of vascular plant species present in these records, the representation of Raunkiaer life forms [Zarzycki, 2003] and Grime life strategies [Grime *et al.* 1996] were counted. A list of protected species of vascular plants and a list of species regarded as ancient woodland indicators [Dzwonko i Loster 2001] are given. The nomenclature of vascular plants follows that of Mirek *et al.* [2002], liverworts after Grolle [1983]), and the names of mosses are after Ochtyra *et al.* [1992]. The names of the phytosociological units are those proposed by Matuszkiewicz [2001].



## RESULTS

Within the area of the proposed “Bazantka” nature reserve the following forest communities were present:

Class: *Alnetea glutinosae* BR.-BL. et R. TX. 1943

Order: *Alnetalia glutinosae* R. TX. 1937

Alliance: *Alnion glutinosae* (MALC. 1929) MEIJER DREES 1936

**Association: *Ribeso nigri-Alnetum* SOL.-GÓRN. (1975) 1987**

Class: *Querco-Fagetea* BR.-BL. et VLIEG. 1937

Order: *Fagetalia sylvaticae* PAWŁ. In PAWŁ., SOKOŁ. Et WALL. 1928

Alliance: *Alno-Ulmion* BR.-BL. et R. TX. 1943

Suballiance: *Alnenion glutinoso-incanae* OBERD. 1953

**Association: *Fraxino-Alnetum* W. MAT. 1952**

Suballiance: *Ulmenion minoris* OBERD. 1953

Alliance: *Carpinion betuli* ISSL. 1931 em. OBERD. 1953

**Association: *Tilio cordatae-Carpinetum betuli* TRACZ. 1962**

Subassociation: *T-C stachyetosum*

Subassociation: *T-C corydaletosum*

Subassociation: *T-C typicum*

Variant with: *Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior*, *Carex brizoides*  
as well as *Impatiens parviflora*

The presence of the secondary community *Picea abies*-*Impatiens parviflora*, developing of the site of the oak-hornbeam association was also recorded.

The *Ribeso nigri-Alnetum* association is not extensive and is limited to very wet, muddy areas, located in the lowest part of the woodland. Its characteristic feature is a long period of water stagnation, which can often last until late summer. Floristic composition of the association is illustrated by Relevé 1.

Relevé 1. *Ribeso nigri-Alnetum* Sol.-Górn. (1975) 1987

Date 30.06.1996, forest division 1f, relevé area 100 m<sup>2</sup>, tree layer cover 55%, shrub layer cover 10%, herb layer cover 35%, moss layer cover 0,5%, number of species in relevé 27; **Ch. Cl. *Alnetea glutinosae* + Ch. Ass. *Ribeso nigri-Alnetum*:** *Alnus glutinosa* (a) 3; (c) +; *Ribes nigrum* (b) 1; *Lycopus europaeus* +; **Ch. All. *Alno-Ulmion*:** *Fraxinus excelsior* (a) +; (b) 1; (c) 1; *Padus avium* (a) 1; (b) 2; (c) +; *Circaea lutetiana* +; *Carex remota* r; **Ch. O. *Fagetalia*, All. *Fagion* + *Carpinion*:** *Impatiens noli-tangere* +; *Isopyrum thalictroides* r; **Ch. Cl. *Phragmitetea*:** *Carex acutiformis* 3; *Iris pseudacorus* 1; *Galium palustre* +; **Ch. Cl. *Rhamno-Prunetea*:** *Cornus sanguinea* (b) +; (c) r; **Ch. Cl. *Molinio-Arrhenatheretea*:** *Geum rivale* r; *Caltha palustris* +; *Lysimachia vulgaris* +; *Myosotis palustris* +; **Ch. Cl. *Artemisietea*:** *Urtica dioica* 1; *Impatiens parviflora* r; *Glechoma hederacea* +; *Rubus caesius* 1; **Accompanying species:** *Humulus lupulus* (c) +; *Galanthus nivalis* 1; *Lysimachia nummularia* +; *Ranunculus repens* r; *Brachythecium rutabulum* (d) r; *Hypnum cupressiforme* (d) +;

The riverside carr – the *Fraxino-Alnetum* association – develops in local depressions with a high level of groundwater, often stagnating. This association often



occurs in close contact with the *Ribeso nigri-Alnetum*. The tree layer of the *Fraxino-Alnetum* association is dominated by *Alnus glutinosa* and its herb layer by species of nitrophilous habitats (relevé 2). Some patches represent a community relating to the *Fraxino-Alnetum* association. In such cases the tree layer is dominated by *Populus nigra*, not growing spontaneously here but planted.

Relevé 2. *Fraxino-Alnetum* W. Mat. 1952

Date 15.06.1995, forest division 1f, relevé area 100 m<sup>2</sup>, tree layer cover 70%, shrub layer cover 70%, herb layer cover 70%, moss layer cover 20%, number of species in relevé 18; **Ch. All. Alno-Ulmion**: *Padus avium* (b) 4; (c) 2; *Ribes spicatum* (c) 1; **Ch. Cl. Alnetea glutinosae + Ass. Ribeso nigri-Alnetum**: *Alnus glutinosa* (a) 4; (c) r; **Ch. Cl. Querco-Fagetea, O. Fagetalia, All. Fagion + Carpinion**: *Acer pseudoplatanus* (c) +; *Milium effusum* +; *Impatiens noli-tangere* 3; *Carex sylvatica* +; *Galeobdolon luteum* 3; *Eurhynchium striatum* (d) 2; **Ch. Cl. Molinio-Arrhenatheretea**: *Geum rivale* +; **Ch. Cl. Artemisietea**: *Urtica dioica* +; *Impatiens parviflora* +; *Glechoma hederacea* 1; *Melandrium rubrum* +; **Accompanying species**: *Galanthus nivalis* 1; *Carex brizoides* 3; *Athyrium filix-femina* 1; *Galeopsis speciosa* r.

The majority of the vegetation in the woodland studied is represented by the oak-hornbeam (*Tilio cordatae-Carpinetum betuli*) community. Different subassociations and variants of that community are present there (relevés 3-9).

Relevé 3. *Tilio cordatae-Carpinetum betuli stachyetosum* Tracz. 1962

Date 15.06.1995, forest division 1i, relevé area 100 m<sup>2</sup>, tree layer cover 80%, shrub layer cover 70%, herb layer cover 65%, moss layer cover 30%, number of species in relevé 51; **Ch. All. Alno-Ulmion**: *Fraxinus excelsior* (a) 4; (b) 1; (c) +; *Padus avium* (b) 4; (c) 2; *Ribes spicatum* (c) +; *Ficaria verna* +; *Stachys sylvatica* 2; *Rumex sanguineus* +; *Plagiomnium undulatum* (d) 1; **Ch. Cl. Querco-Fagetea, O. Fagetalia, All. Fagion + Carpinion**: *Tilia cordata* (a) 3; (b) +; (c) +; *Acer pseudoplatanus* (b) +; *A. campestre* (b) +; (c) +; *Corylus avellana* (b) 2; *Milium effusum* 2; *Impatiens noli-tangere* 1; *Pulmonaria obscura* 1; *Aegopodium podagraria* r; *Carex sylvatica* 1; *Dactylis polygama* 1; *Scrophularia nodosa* r; *Viola reichenbachiana* 1; *Mercurialis perennis* +; *Campanula trachelium* r; *Ranunculus lanuginosus* 1; *Atrichum undulatum* (d) 1; **Ch. Cl. Rhamno-Prunetea**: *Carpinus betulus* (a) 2; (b) 1; (c) +; *Cornus sanguinea* (b) +; (c) +; *Crataegus laevigata* (b) 1; (c) +; *Poa nemoralis* +; **Ch. Cl. Molinio-Arrhenatheretea**: *Taraxacum officinale* 1; **Ch. Cl. Artemisietea**: *Galium aparine* 1; *Urtica dioica* 1; *Impatiens parviflora* 2; *Geum urbanum* 3; *Moehringia trinervia* +; *Glechoma hederacea* 2; *Rubus caesius* +; *Geranium robertianum* +; *Melandrium rubrum* +; *Chelidonium majus* r; *Chaerophyllum aromaticum* 1; *Rumex obtusifolius* 1; **Accompanying species**: *Quercus robur* (c) +; *Sambucus nigra* (b) +; *Aesculus hippocastanum* (b) +; (c) r; *Lamium maculatum* (3); *Symphytum tuberosum* +; *Anthriscus nitida* 1; *Rubus idaeus* +; *Agrostis stolonifera* +; *Carex pallescens* r; *Brachythecium rutabulum* (d) 2; *Kindbergia praelonga* (d) 2.

Relevé 4. *Tilio cordatae-Carpinetum betuli corydaletosum* Tracz. 1962

Date 29.06.1996, forest division 1d, aspect NW, slope 5°, relevé area 100 m<sup>2</sup>, tree layer cover 70%, shrub layer cover 45%, herb layer cover 80%, moss layer cover 5%, number of species in relevé 46; **Ch. Cl. *Quercus-Fagetea*, O. *Fagetalia*, All. *Fagion* + *Carpinion***: *Tilia cordata* (a) 3; (b) 2; (c) +; *Acer pseudoplatanus* (a) 2; (b) 1; (c) 1; *A. platanoides* (c) 1; *Corylus avellana* (c) r; *Milium effusum* 1; *Impatiens noli-tangere* 1; *Pulmonaria obscura* +; *Aegopodium podagraria* 3; *Carex sylvatica* r; *Anemone nemorosa* 2; *Polygonatum multiflorum* 1; *Galeobdolon luteum* 1; *Scrophularia nodosa* +; *Primula elatior* +; *Corydalis cava* 1; *Mercurialis perennis* 3; *Lilium martagon* 1; *Isopyrum thalictroides* +; *Atrichum undulatum* (d) +; **Ch. Cl. *Alno-Ulmion***: *Fraxinus excelsior* (a) 2; (b) +; (c) +; *Padus avium* (b) +; (c) r; *Ficaria verna* 1; *Gagea lutea* r; *Stachys sylvatica* +; **Ch. Cl. *Rhamno-Prunetea***: *Carpinus betulus* (c) r; *Stellaria holostea* 1; **Ch. Cl. *Artemisietae***: *Galium aparine* 1; *Urtica dioica* 1; *Impatiens parviflora* 1; *Geum urbanum* 2; *Moehringia trinervia* r; *Melandrium rubrum* 1; *Chelidonium majus* +; **Accompanying species**: *Quercus robur* (c) r; *Sambucus nigra* (b) 3; (c) 1; *Stellaria media* r; *Lamium maculatum* 3; *Galanthus nivalis* 2; *Symphytum tuberosum* 2; *Anthriscus nitida* 1; *Convallaria majalis* 1; *Oxalis acetosella* r; *Brachythecium rutabulum* (d) 1; *Eurhynchium hians* (d) 1; *Plagiothecium laetum* (d) +.

Relevé 5. *Tilio cordatae-Carpinetum betuli typicum* Tracz. 1962

Date 30.06.1996, forest division 1r, relevé area 100 m<sup>2</sup>, tree layer cover 60%, shrub layer cover 70%, herb layer cover 45%, moss layer cover 0,5%, number of species in relevé 40; **Ch. Cl. *Quercus-Fagetea*, O. *Fagetalia*, All. *Fagion* + *Carpinion***: *Tilia cordata* (a) 3; (b) 3; (c) 2; *Acer pseudoplatanus* (c) r; *A. campestre* (c) 2; *Corylus avellana* (b) +; *Milium effusum* 2; *Impatiens noli-tangere* +; *Pulmonaria obscura* +; *Carex sylvatica* 1; *Anemone nemorosa* r; *Brachypodium sylvaticum* (d) +; *Dactylis polygama* 1; *Scrophularia nodosa* +; *Paris quadrifolia* +; *Mercurialis perennis* +; **Ch. All. *Alno-Ulmion***: *Padus avium* (b) 1; *Circaea lutetiana* +; *Stachys sylvatica* +; *Carex remota* r; **Ch. Cl. *Rhamno-Prunetea***: *Carpinus betulus* (a) +; (b) 2; (c) 2; *Cornus sanguinea* (c) +; *Stellaria holostea* r; **Ch. Cl. *Artemisietae***: *Galium aparine* r; *Urtica dioica* 1; *Impatiens parviflora* 1; *Geum urbanum* +; *Glechoma hederacea* +; *Mycelis muralis* r; *Lapsana communis* r; **Accompanying species**: *Betula pendula* (a) 3; *Lamium maculatum* 1; *Anthriscus nitida* r; *Athyrium filix-femina* r; *Rubus idaeus* +; *Lysimachia nummularia* +; *Viola riviniana* r; *Fragaria vesca* 1; *Dicranella heteromalla* (d) r; *Eurhynchium hians* (d) r; *Hypnum cupressiforme* (d) +.

Relevé 6. *Tilio cordatae-Carpinetum betuli typicum* variant with *Carpinus betulus*

Date 4.07.1996, relevé area 100 m<sup>2</sup>, tree layer cover 80%, shrub layer cover 15%, herb layer cover 40%, moss layer cover 0,5%, number of species in relevé 37; **Ch. Cl. *Quercus-Fagetea*, O. *Fagetalia*, All. *Fagion* + *Carpinion***: *Tilia cordata* (a) 2; (b) 2; (c) r; *Acer pseudoplatanus* (c) +; *Cerasus avium* (c) +; *Acer platanoides* (c) +; *A. campestre* (c) 1; *Milium effusum* +; *Pulmonaria obscura* +; *Aegopodium podagraria* 1; *Carex sylvatica* +; *Brachypodium sylvaticum* (d) r; *Dactylis polygama* 1; *Primula elatior* +; *Viola reichenbachiana* +; *Campanula trachelium* 1; *Atrichum undulatum* (d) r; **Ch. All. *Alno-Ulmion***: *Fraxinus excelsior* (c) 2; *Padus avium* (b) 1; (c) +; **Ch. Cl. *Rhamno-***



**Prunetea:** *Carpinus betulus* (a) 4; (b) +; (c) +; *Prunus spinosa* (b) +; (c) 1; *Crataegus monogyna* (c) +; *Euonymus europaea* (c) r; *Rhamnus cathartica* (a) +; *Poa nemoralis* 1; **Ch. Cl. Artemisietea:** *Galium aparine* r; *Impatiens parviflora* 2; *Geum urbanum* +; *Moehringia trinervia* r; **Ch. Cl. Molinio-Arrhenatheretea:** *Anthriscus sylvestris* r; *Taraxacum officinale* +; **Accompanying species:** *Quercus robur* (c) +; *Populus tremula* (b) +; *Stellaria media* r; *Symphytum tuberosum* 1; *Veronica chamaedrys* +; *Pohlia nutans* (d) +; *Eurhynchium hians* (d) r; *Hypnum cupressiforme* (d) r;

Relevé 7. *Tilio cordatae-Carpinetum betuli typicum* TRACZ. 1962 variant with *Fraxinus excelsior* (degenerated form)

Date 28.06.1996, forest division 1d, aspect N, slope 5°, relevé area 100 m<sup>2</sup>, tree layer cover 40%, shrub layer cover 65%, herb layer cover 80%, moss layer cover 5%, number of species in relevé 30; **Ch. Cl. Querco-Fagetea, O. Fagetalia, All. Fagion + Carpinion:** *Tilia cordata* (a) 1; (b) 2; (c) +; *Acer pseudoplatanus* (c) +; *Cerasus avium* (c) r; *Acer platanoides* (a) 1; (c) 3; *Fagus sylvatica* (c) r; *Milium effusum* 1; *Impatiens noli-tangere* 1; *Anemone nemorosa* 1; *Polygonatum multiflorum* +; *Dactylis polygama* 1; *Corydalis cava* +; **Ch. All. Alno-Ulmion:** *Fraxinus excelsior* (a) 3; (b) 1; (c) 1; *Ficaria verna* 2; **Ch. Cl. Rhamno-Prunetea:** *Poa nemoralis* +; **Ch. Cl. Artemisietea:** *Impatiens parviflora* 5; *Moehringia trinervia* +; *Galeopsis pubescens* +; *Geranium robertianum* +; **Accompanying species:** *Sorbus aucuparia* (c) r; *Sambucus nigra* (b) 4; (c) 1; *Stellaria media* +; *Galanthus nivalis* 1; *Symphytum tuberosum* 1; *Poa annua* +; *Plagiothecium nemorale* (d) +; *P. laetum* (d) +; *Hypnum cupressiforme* (d) +; *Brachythecium velutinum* (d) +; *Plagiomnium affine* (d) +; *Herzogiella seligeri* (d) +.

Relevé 8. *Tilio cordatae-Carpinetum betuli typicum* variant with *Impatiens parviflora*

Date 11.08.1994, private, aspect S, slope 10°, relevé area 100 m<sup>2</sup>, tree layer cover 100%, shrub layer cover 40%, herb layer cover 80%, moss layer cover 5%, number of species in relevé 31; **Ch. Cl. Querco-Fagetea, O. Fagetalia, All. Fagion + Carpinion:** *Tilia cordata* (a) 2; (c) 1; *Acer campestre* (c) +; *Ulmus glabra* (b) 1; (c) +; *Corylus avellana* (b) 3; (c) 1; *Milium effusum* 1; *Pulmonaria obscura* +; *Aegopodium podagraria* 2; *Dactylis polygama* 2; *Viola reichenbachiana* +; *Campanula trachelium* r; *Atrichum undulatum* (d) +; **Ch. Cl. Rhamno-Prunetea:** *Carpinus betulus* (b) 1; (c) 1; *Crataegus monogyna* (a) +; (b) 1; (c) +; *Cornus sanguinea* (b) 1; (c) +; *Euonymus europaea* (c) 2; *Poa nemoralis* +; **Ch. All. Alno-Ulmion:** *Fraxinus excelsior* (c) 1; *Padus avium* (b) 2; **Ch. Cl. Artemisietea:** *Galium aparine* 2; *Impatiens parviflora* 3; *Geum urbanum* 3; *Allaria petiolata* 1; **Accompanying species:** *Quercus robur* (a) 5; *Sambucus nigra* (b) 1; (c) 1; *Lamium maculatum* 2; *Lysimachia nummularia* 1; *Viola riviniana* +; *Hypericum perforatum* r; *Dicranella heteromalla* (d) +; *Pohlia nutans* (d) +; *Plagiothecium laetum* (d) 1.

Relevé 9. *Tilio cordatae-Carpinetum betuli typicum* variant with *Carex brizoides*

cover 30%, herb layer cover 80%, moss layer cover 0,5%, number of species in relevé 37; **Ch. Cl. Querco-Fagetea, O. Fagetalia, All. Fagion + Carpinion:** *Tilia cordata* (b) 2; (c) r; *Carpinus betulus* (b) +; (c) +; *Acer pseudoplatanus* (b) 2; (c) +; *A. platanoides* (a) 2; (b) 1; (c) 2; *Fagus sylvatica* (a) 3; (c) +; *Dryopteris filix-mas* r; *Milium effusum* +;



*Anemone nemorosa* 2; *Impatiens noli-tangere* +; *Polygonatum multiflorum* +; *Stellaria holostea* +; **Ch. All. Alno-Ulmion:** *Fraxinus excelsior* (b) 1; (c) 2; *Padus avium* (b) +; (c) 1; *Circaea lutetiana* +; *Carex remota* +; **Ch. Cl. Artemisietea:** *Impatiens parviflora* 1; *Urtica dioica* +; *Gagea lutea* +; *Galeopsis pubescens* r; **Accompanying species:** *Quercus robur* (a) 2; (c) +; *Betula pendula* (b) 1; (c) r; *Sambucus nigra* (b) 1; (c) +; *Alnus glutinosa* (b) 2; (c) +; *Rubus idaeus* 1; *R. nessensis* 1; *Stellaria media* r; *Athyrium filix-femina* +; *Maianthemum bifolium* +; *Senecio ovatus* r; *Carex brizoides* 5; *Oxalis acetosella* +; *Lamium maculatum* +; *Chamaenerion angustifolium* +; *Galanthus nivalis* +; *Hedera helix* r; *Dicranella heteromalla* (d) r; *Brachythecium rutabulum* (d) +.

The *Tilio-Carpinetum* variants with *Carex brizoides*, *Impatiens parviflora* and *Fraxinus excelsior* belong to degenerated communities. The main evidence of this is the dominance of the herb layer by either *Carex brizoides* or *Impatiens parviflora*, which are very expansive. *Impatiens parviflora* is an invasive species of alien origin. Both *C. brizoides* and *I. parviflora* contribute to the floristic impoverishment of the herb layer in forest ecosystems. Disturbance of the ecological balance in the woodland communities, in most cases as a consequence of forest management, facilitates the entry of invasive species into those communities. Fortunately, the occurrence of such transformed communities was not very extensive within the area studied. Well preserved oak-hornbeam communities, and in the lowest locations of the wood the riverside carrs and alder carrs, which are rich in species of woodland flora, dominate in this location. A high proportion of the forest cover is old-growth woodland, with the size of many trees achieving that of monuments of nature.

The most drastic evidence of the negative effects of forest management practices is the presence of pure, even-aged spruce plantations, situated on the habitat of an oak-hornbeam community (relevé 10). The planting of conifers is preceded by clear cutting, which causes habitat degradation and loss of woodland species from the shrub and herb layers. The growth of spruce continues to degrade the soil by acidification. For such reasons the *Picea abies*-*Impatiens parviflora* community is very poor in species. Although species from the *Quercus-Fagetea* class are still present there, the herb layer is dominated by *Impatiens parviflora*.

Relevé 10. Secondary community *Picea abies*-*Impatiens parviflora*

Date 1.07.1996, forest division 1g, relevé area 100 m<sup>2</sup>, tree layer cover 50%, shrub layer cover 35%, herb layer cover 65%, moss layer cover 0,5%, number of species in relevé 29; **Ch. Cl. Quercus-Fagetea, O. Fagetalia, All. Fagion + Carpinion:** *Tilia cordata* (a) 1; (b) 1; (c) +; *Carpinus betulus* (c) +; *Acer pseudoplatanus* (a) 1; (c) +; *A. campestre* (c) +; *Euonymus europaea* (c) r; *Milium effusum* +; *Impatiens noli-tangere* 1; *Aegopodium podagraria* 1; *Mercurialis perennis* +; *Atrichum undulatum* (d) r; **Ch. All. Alno-Ulmion:** *Fraxinus excelsior* (b) 1; (c) 2; *Padus avium* (b) 1; (c) +; *Circaea lutetiana* +; **Ch. Cl. Artemisietea:** *Impatiens parviflora* 3; *Moehringia trinervia* +; *Urtica dioica* 1; *Geum urbanum* +; *Rubus caesius* +; *Glechoma hederacea* 1; **Ch. Cl. Molinio-Arrhenatheretea:** *Anthriscus sylvestris* r; **Accompanying species:** *Quercus robur* (a) 2; *Picea abies* (a) 3; *Sambucus nigra* (b) 2; (c) 1; *Crataegus monogyna* (c) r;



*Alnus glutinosa* (a) 1; (c) +; *Stellaria media* r; *Lamium maculatum* +; *Polygonum hydropiper* r;

Within the communities the presence of 174 plant species, including 18 mosses, was recorded. Among the vascular flora a high representation of geophytes was noted (13%) (Table 1), which is a sign of the good condition of the habitats. A decrease in representation of species from that group is observed in woodlands with heavily transformed vegetation. Another reaction to disturbance is an increase in the number of species representing R life strategy (disturbance tolerating species), accompanied by a decrease in stress tolerant species (S strategy). However, such a tendency was not observed in the woodland studied, as species of S strategy have high representation in the flora of vascular plants (Table 2). Thus, the habitats of the woodland are relatively undisturbed. Compared to typical ruderal communities, forest ecosystems are much more resistant to disturbance, but far less resilient [*sensu* Grime 1988]. This means that after disturbance they return to the pre-disturbance state much more slowly and with greater difficulty. Thus, the protection of forest habitats in the woodland studied is desirable.

Over one third of the vascular plant species in the wood are regarded as ancient woodland indicator species (List 1), which is also evidence that the habitats are well preserved. Although protected plants represent only 7,7% of the total list of species present in the records (List 2), the population of some of them is large (for example *Galanthus nivalis*, *Lilium martagon*, *Convallaria majalis* and *Primula elatior*).

#### List 1.

Ancient woodland indicator plant species: *Adoxa moschatellina*, *Aegopodium podagraria*, *Ajuga reptans*, *Anemone nemorosa*, *Anthriscus nitida*, *Athyrium filix-femina*, *Brachypodium sylvaticum*, *Campanula trachelium*, *Carex remota*, *Carex sylvatica*, *Circaea intermedia*, *Circaea lutetiana*, *Convallaria majalis*, *Corydalis cava*, *Dactylis polygama*, *Daphne mezereum*, *Dryopteris carthusiana*, *Dryopteris dilatata*, *Dryopteris filix-mas*, *Epipactis helleborine*, *Festuca gigantea*, *Ficaria verna*, *Gagea lutea*, *Galanthus nivalis*, *Galeobdolon luteum*, *Galium odoratum*, *Geum urbanum*, *Hedera helix*, *Impatiens noli-tangere*, *Isopyrum thalictroides*, *Lilium martagon*, *Maianthemum bifolium*, *Melica nutans*, *Mercurialis perennis*, *Milium effusum*, *Moehringia trinervia*, *Mycelis muralis*, *Oxalis acetosella*, *Paris quadrifolia*, *Phyteuma spicatum*, *Poa nemoralis*, *Polygonatum multiflorum*, *Primula elatior*, *Pulmonaria obscura*, *Ranunculus auricomus*, *Ranunculus lanuginosus*, *Ribes nigrum*, *Ribes spicatum*, *Ribes uva-crispa*, *Rumex sanguineus*, *Scrophularia nodosa*, *Stachys sylvatica*, *Stellaria holostea*, *Symphytum tuberosum*, *Viola reichenbachiana*, *Viola riviniana*.

#### List 2.

Strictly protected vascular plant species: *Daphne mezereum*, *Epipactis helleborine*, *Galanthus nivalis*, *Hedera helix*, *Lilium martagon*.

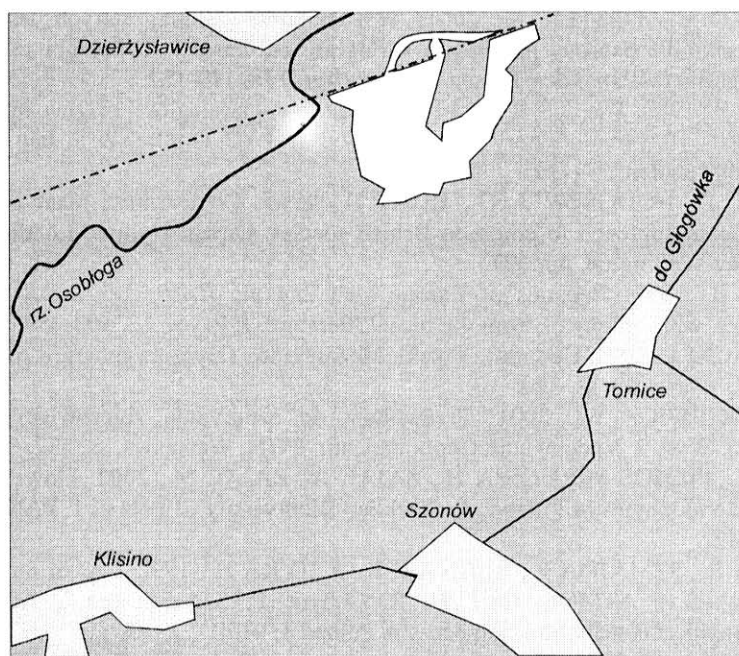
Partly protected vascular plant species: *Convallaria majalis*, *Frangula alnus*, *Galium odoratum*, *Primula elatior*, *Ribes nigrum*, *Viburnum opulus*, *Climacium dendroides*.

**Table 1. Representation of species of different Raunkiaer life forms**

Phanerophytes [% , n]	Hemicrypto- phytes	Chamaephytes	Geophytes	Therophytes	Semiparasites	Species with unspecified status
29,5% 46	43% 67	5% 8	13% 20	6% 9	0,5% 1	3% 5

**Table 2. Representation of species of different Grime life strategies**

C [% , n]	S	R	C-S	S-R	C-R	C-S-R	Species with unspecified status
23% 36	11% 17	4% 6	19% 30	2% 3	11,5% 18	17,5% 27	12% 19

**Fig. 1. Location of the proposed „Bażantka” nature reserve**

## CONCLUSIONS

One of the main threats to the woodland is the presence of *Impatiens parviflora*. Invasive species entering disturbed habitats are extremely dangerous to the structure and



functioning of the vegetation communities. They may intensify erosion processes, cause changes in biogeochemical and hydrological cycles, and make it more difficult or impossible for native species to regenerate [Usher, 1988]. Thus, conservation of woodland flora depends on the type of forest management practices and on the level of disturbance. Intensive management and heavy disturbance always lead to a loss of the stenotopic woodland flora and their replacement by eurytopic and expansive species [Orczevska, 2002]. Bearing in mind how damaging human-generated disturbance can be, the incidence of that factor should be reduced as much as possible. Processes that are activated when disturbance takes place may lead to irreversible changes in the natural environment of the proposed nature reserve. Small, isolated woodlands are particularly susceptible to such habitat damage.

## REFERENCES

- DZWONKO Z., LOSTER S., 2001: Wskaźnikowe gatunki starych lasów i ich znaczenie dla ochrony przyrody i kartografii roślinności. Typologia zbiorowisk i kartografia roślinności w Polsce. *Prace Geogr.* 178, 119-132.
- GRIME J. P., 1988: The C-S-R model of primary plant strategies – origins, implications and tests. [In:] *Evolutionary plant biology*. Eds. L. D. Gottlieb & S. Jain. Chapman & Hall, London, 371-393.
- GRIME J. P., HODGSON J. G., HUNT R., 1996: *Comparative plant ecology. A functional approach to common British species*. Unwin Hyman, London-Boston-Sydney-Wellington. pp. 697.
- GROLLE R., 1983: Hepatics of Europe including the Azores: an annotated list of species, with synonyms from the recent literature. *J. Bryol.* 12, 403-459.
- KONDRACKI J., 1994: *Geografia Polski. Mezoregiony fizyczno-geograficzne*. Wyd. 1. PWN, Warszawa. ss. 339.
- MATUSZKIEWICZ W., 2001: *Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski*. Wyd. 2. *Vademecum Geobotanicum*. PWN, Warszawa, ss. 537.
- MIREK Z., PIĘKOŚ-MIRKOWA H., ZAJĄC A., ZAJĄC M., 2002: Flowering plants and pteridophytes of Poland. A checklist. *Biodiversity of Poland 1*. PAN, Kraków, pp. 442.
- OCHYRA R., SZMAJDA P., BEDNAREK-OCHYRA H., 1992: List of mosses to be published in *ATMOS*. [In:] W: R. Ochyra, P. Szmajda (eds.). *Atlas of the geographical distribution of mosses in Poland* 8, 9-14.
- ORCZEWSKA A., 2002: The effect of disturbance on the herb layer composition of isolated woodlands. *Acta Biol. Silesiana* 36(53), 138-157.
- ORCZEWSKA A., 2003: *Postglacjalna historia lasów południowej Opolszczyzny*. *Natura Silesiae Superioris* 7, 79-88.
- Plan Urządzenia Gospodarstwa Leśnego. Nadleśnictwo Prudnik, obręb Prudnik. Okr. gosp. od 1 I 1998 r. do 31 XII 2007 r. Tom II. Szczegółowe dane inwentaryzacyjne. RDLP Katowice.
- USHER M., 1988: Biological invasions of nature reserves. A search for generalisations. *Biol. Conserv.* 44, 119-135.

ZARZYCKI K., TRZCIŃSKA-TACIK H., RÓŻAŃSKI W., SZELAĞ Z., WOŁEK J., KORZENIAK U., 2003: Ecological indicator values of vascular plants of Poland. Biodiversity of Poland 2, PAN, Kraków, pp. 183.





*Marcin Pietrzykowski, Wojciech Krzaklewski*

Katedra Ekologii Lasu, Akademia Rolnicza w Krakowie

## **AKUMULACJA MATERII ORGANICZNEJ, WĘGLA I AZOTU W PROCESIE SUKCESJI INICJALNEJ GLEBY NA NIEREKULTYWOWANYCH FRAGMENTACH WYROBISKA PO KOPALNI PIASKU**

## **THE ACCUMULATION OF ORGANIC MATTER, CARBON AND NITROGEN DURING THE DEVELOPMENT OF INITIAL SOIL ON THE NON-RECUltIVATED PARTS OF SAND EXPLOITATION AREA**

**Słowa kluczowe:** sukcesja, węgiel, azot, materia organiczna, gleby inicjalne, wyrobisko popiaskowe.

**Streszczenie:** W pracy przedstawiono wyniki badań nad kumulacją materii organicznej, węgla i azotu oraz wybranymi właściwościami próchnicy inicjalnych gleb tworzących się pod zbiorowiskami z sukcesji na nierekultywowanych fragmentach wyrobiska po kopalni piasku. Stwierdzono przyrost miąższości inicjalnego poziomu akumulacji próchnicy (Ai) oraz kumulację materii organicznej, węgla i azotu w czasie. Nastąpił wzrost procentowego udziału węgla związanego z grupą kwasów huminowych i fulwowych w stosunku do pozostałego węgla w materii organicznej. Wykazano progresywny przebieg procesu rozwoju gleb pod zbiorowiskami z sukcesji.

**Key words:** ecological succession, Carbon, Nitrogen, organic matter, initial soil, sandpit works.

**Summary:** The results of research on organic matter, Carbon and Nitrogen accumulation and on selected properties of initial humus in soils building up under communities resulting from succession on an area of a sandpit works were presented. A growth of thickness in the initial humus accumulation horizon (Ai) and an accumulation of organic matter, Carbon and Nitrogen over time was found. A growth of percentage content of Carbon related to a group of humic and fulvic acids in soils was established in the post-extraction humus compared to remaining Carbon. The data indicates a progressive course of the soil development process under communities from succession on sandpit works.



## WSTĘP

Określenie na terenach pogórnich zmian zachodzących w inicjalnych glebach, w tym szczególnie pod względem składu chemicznego, zasobów i dynamiki kumulacji materii organicznej, węgla organicznego i azotu oraz przyrostu miąższości poziomów próchnicznych i kształtowania się typu próchnicy pod wprowadzanymi drzewostanami może być istotnym wskaźnikiem oceny postępu procesu odtwarzania gleb oraz powodzenia rekultywacji [Roberts et al., 1988; Insam, Domsch, 1988; Rumpel et al., 1999; Ellerbrock et al., 1999; Leirós et al., 1996; Wali, 1999; Wójcik, Krzaklewski, 1999; Wójcik, 2002; West, Wali, 2002]. Badania takie prowadzono na terenach o charakterze naturalnym [Dickson and Crocker, 1954; Syers et al., 1970; Little and Ward, 1981; Hobbie et al., 1998; Elgersma 1998, Burt, Alexander, 1996; De Kovel et al., 2000], jak i na pogórnich terenach rekultywowanych [Anderson, 1977; Prosser, Roseby, 1995; Pietch, 1996; Rumpel et al., 1999] oraz terenach pozostawionych bez rekultywacji [Wali, 1999; West and Wali, 2002]. Sukcesji gleb nie sposób oddzielić od sukcesji roślin i zwierząt [Braun-Blanquet, 1951; Wali and Freeman, 1973; Jochimsen, 1996; Krzaklewski, Frączek, 1999; Wali, 1999]. Zmiany roślinności współgrają z rozwojem gleby, w tym szczególnie ze stopniem zaawansowania rozwoju poziomów organicznych oraz kumulacją węgla i azotu [Uggla, 1965; Elgersma, 1998]. Na terenach objętych rekultywacją procesy te są przyspieszane poprzez zabiegi, a na terenach pozostawionych bez rekultywacji procesy te zachodzą w drodze sukcesji samorzutnej.

## METODYKA

### Teren badań

Powierzchnie badawcze zlokalizowane były na wyrobisku Kopalni Piasku „Szczakowa” w okolicach Jaworzna w Polsce Południowej w obrębie kotliny rzeki Przemszy. Zdeponowane w przedczwartorzędowym obniżeniu morfologicznym piaski są pochodzenia fluwioglacjalnego [Gilewska, 1972; Dokumentacja Geologiczna Kopalni Piasku „Szczakowa”], a ich przybliżony wiek zawiera się w granicach 80 do 240 tysięcy lat [Lewandowski i Zieliński, 1990]. Ogólnie klimat tego regionu charakteryzuje się średnią roczną temperaturą powietrza 8° C i średnią roczną sumą opadów 700 mm [Wiszniewski, Chelchowski, 1975]. Przed rozpoczęciem eksploatacji większą część rejonu złoża porastały bory sosnowe. Obszar wyrobiska (ponad 2700 ha) w większości został już zrekultywowany w kierunku leśnym. Powierzchnie badawcze zlokalizowano na fragmentach wyrobiska pozostawionych w latach 70. i 80. po eksploatacji, porośniętych roślinnością z sukcesji samorzutnej [Krzaklewski, Frączek, 1999]. Wiek wybranych powierzchni ustalono na ok. 5, 17, 20, 25 lat [Mapa Wyrobisk Górniczych KP „Szczakowa”]. Woda gruntowa na powierzchniach badawczych występowała na głębokości średnio od około 90 do 160 cm, tylko na dwóch powierzchniach w wieku 17 i 25 lat lustro wód gruntowych znajdowało się poniżej 220 cm.



## Prace terenowe

W grupach wiekowych 17, 20 i 25 lat założono po 3 powierzchnie badawcze w biogrupach drzewiastych z pokryciem w warstwie drzew powyżej 50% z przewagą sosny zwyczajnej (*Pinus silvestris* L.) i brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* Roth.) oraz ze sporadycznie występującą topolą osiką (*Populus tremula* L.). W grupie wiekowej 5 lat wyznaczono jedną powierzchnię, ponieważ występowały bardzo podobne zbiorowiska z przewagą *Corynephorus canescens* (25–50% pokrycia powierzchni) i pojedynczymi siewkami sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris*). Do badań na powierzchni 5-letniej wyznaczono 6 punktów, a na powierzchniach 17, 20, i 25-letnich po 12 punktów w siatce kwadratów i w każdym z punktów wykonano odwierty świdrem glebowym. W odkrywkach w terenie wyróżniono wstępnie poziomy glebowe Olf, Ai, AC i pobrano z nich próby do analiz laboratoryjnych. Z poziomu Olf próby pobrano z czterech punktów na każdej z powierzchni. Określono masę w stanie suchym prób pobranych z poziomu Olf z powierzchni 1 m<sup>2</sup> w 3 powtórzeniach oraz oznaczono gęstość objętościową poziomów Ai, AC w cylinderkach 250 cm<sup>3</sup> (po 3 na każdej powierzchni).

## Analizy laboratoryjne

W laboratorium próby wysuszono i przesiano przez sito Ø 2 mm, a do oznaczeń węgla i azotu przez sito Ø 0,2 mm oraz wykonano orientacyjne oznaczenie zawartości CaCO<sub>3</sub> poprzez traktowanie 10% HCl. W pobranych próbach glebowych oznaczono: pH w H<sub>2</sub>O potencjometrycznie (proporcja 1:2.5); zawartość węgla i azotu ogólnego na aparacie Leco CNS 2000. Żadna z badanych próbek nie wykazywała widocznej reakcji z 10% HCl i wydzielania CO<sub>2</sub>, a oznaczony węgiel był pochodzenia organicznego. Na podstawie zawartości węgla i materii organicznej pogrupowano próby przyjmując umownie jako kryterium dla poziom Ai minimalną zawartość materii organicznej 5g kg<sup>-1</sup>, a następnie wykonano próby mieszane z wyróżnionych poziomów i oznaczono ich skład granulometryczny (aerometrycznie), barwę w stanie suchym (zgodnie ze Standard Soil Colour Charts) oraz wykonano ekstrakcję próchnicy w mieszaninie 0,1 n NaOH i 0,1 mol Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 10H<sub>2</sub>O [Kononowa, 1968]. Wyliczono całkowitą kumulację materii organicznej, węgla i azotu w poziomach. Wyniki, tj. miąższość poziomów, stosunek C/N, zawartość węgla i azotu ogólnego poddano analizie statystycznej przy użyciu analizy wariancji i testu istotności różnic T-Tukey (p<0,05). W niektórych przypadkach dokonano transformacji danych poprzez logarytmowanie.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Inicjalne poziomy organiczno-mineralne badanych gleb charakteryzowały się składem granulometrycznym z przewagą frakcji piasku (od 83 do 97%) i niewielkim udziałem frakcji pyłu (od 2 do 14%) oraz iłu (od 1 do 4%) oraz gęstością objętościową średnio od 1,63 do 1,66 g/cm<sup>3</sup>. Odczyn badanych poziomów był bardzo kwaśny i kwaśny (pH H<sub>2</sub>O średnio od 4,4 w poziomie Olf na powierzchniach 20-letnich do 5,6 w



poziomie AC na powierzchniach 5 letnich (tab. 1). Poziom Olf miał niższe pH ponieważ sosna (*Pinus silvestris*) przez opad organiczny zakwasza środowisko glebowe [Obmiński 1970]. Jak stwierdzono w innych badaniach w przypadku dominacji w drzewostanach sosny (*Pinus sylvestris*) na terenach rekultywowanych próchnica gleb przechodzi stopniowo przemianę z typu moder do mor [Elgersma, 1998; Rumpel et al., 1999].

Inicjalny poziom organiczny Ai z zawartością minimum  $5 \text{ g kg}^{-1}$  nie wytworzył się jeszcze na powierzchniach najmłodszych, 5-letnich, na których stwierdzono występowanie poziomu AC z zawartością materii organicznej średnio  $1,1 \text{ g kg}^{-1}$ . Na powierzchniach 17-letnich stwierdzono występowanie poziomu Ai w 22 na 36 punktach. Na powierzchniach starszych, 20- i 25-letnich poziom Ai wystąpił we wszystkich punktach pomiarowych (tab. 1). Miąższość poziomu Ai na najstarszych 25-letnich powierzchniach osiągnęła średnio 1,9 cm a przyrost miąższości poziomu Ai był wolny i w przedziale od 17 do 25 lat i wyniósł średnio  $0,08 \text{ cm/rok}$  (rys. 1). Statystycznie istotne różnice ( $p < 0,05$ ) w miąższości poziomu Ai wystąpiły pomiędzy powierzchniami 25 i 17 letnimi. Wzrost miąższości poziomu Ai w czasie stwierdzano także pod drzewostanami sosnowymi na piaszczystych gruntach rekultywowanych (Dolnołużyckie Zagłębie Węglowe) [Rumpel et al., 1999] i na rekultywowanych terenach wyrobisk po eksploatacji piasków mineralnych na Florydzie w USA [Daniels et al., 1992].

Zawartość węgla organicznego w stosunku do masy gleby w poziomie Ai w ciągu badanego okresu 20 lat wzrosła o  $2,45 \text{ g kg}^{-1}$ , jednak różnice w zawartości  $C_{\text{org}}$  pomiędzy badanymi grupami wiekowymi nie były jeszcze statystycznie istotne ( $p < 0,05$ ). W badaniach niemieckich na terenach rekultywowanych (zagłębie Dolnołużyckie) stwierdzono znacznie wyższą zawartość węgla organicznego w wierzchnich poziomach gleb pod drzewostanami sosnowymi ( $65 \text{ g kg}^{-1}$  w wieku 32 lat) [Rumpel et al., 1999], a w badaniach hiszpańskich średnio  $30 \text{ g kg}^{-1}$   $C_{\text{org}}$  już w 5 roku od rozpoczęcia rekultywacji [Valera et al., 1993]. Na zwałowisku Sophienhöhe w Nadreńskim Zagłębiu Węgla Brunatnego zawartość  $C_{\text{org}}$  w glebach tworzących się pod zbiorowiskami z sukcesji wynosiła średnio  $7,8 \text{ g kg}^{-1}$  [Krzaklewski, dane niepublikowane]. Całkowita kumulacja węgla organicznego w poziomach Olf, Ai, AC osiągnęła na najstarszych powierzchniach ponad  $9000 \text{ kg/ha}$  i w ciągu 20 lat wzrosła o ponad  $8600 \text{ kg/ha}$ , przy czym najbardziej dynamiczny wzrost obserwowano w poziomie Olf (rys. 2). W badaniach niemieckich stwierdzono, że większość węgla organicznego pod drzewostanami sosnowymi do 17 lat kumulowana była w poziomie próchnicy nadkładowej, a w starszych 32 letnich głównie w poziomie Ai [Rumpel et al. 1999]. Tempo kumulacji węgla łącznie w poziomach organiczno-mineralnych (Ai, AC) badanych gleb wykazywało znaczną dynamikę i w ciągu 20 lat wyniosło średnio o  $212 \text{ kg/ha/rok}$ , a w przedziale wieku od 17 do 25 lat osiągnęła nawet  $277 \text{ kg/ha/rok}$ . Tempo kumulacji  $C_{\text{org}}$  w glebie na terenach pozostawionych sukcesji podawano na poziomie  $131 \text{ kg/ha/rok}$  [Wali, 1999], a na terenach rekultywowanych  $282 \text{ kg/ha/rok}$  [Anderson, 1977] i  $256 \text{ kg/ha/rok}$  [Nielsen i Schafer, 1979].

Zawartość azotu w stosunku do masy gleby w poziomie Ai wzrosła w ciągu 8 lat o około  $1 \text{ g kg}^{-1}$ , jednak nie były to różnice statystycznie istotne ( $p < 0,05$ ). Tempo kumulacji azotu w porównaniu do węgla organicznego było relatywnie niższe. Średnia

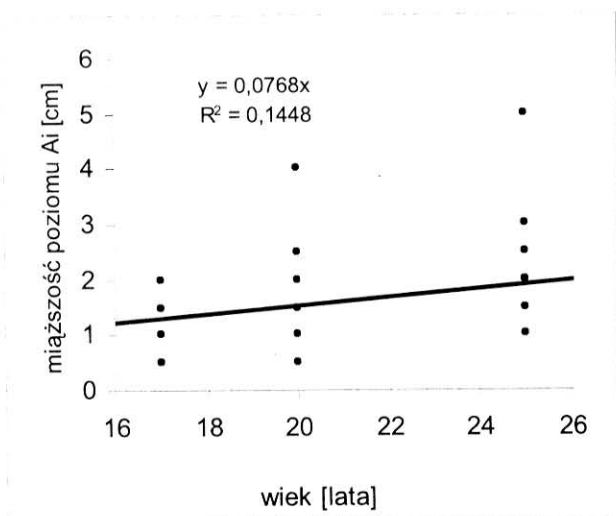


roczna kumulacja azotu łącznie w poziomach  $A_i$ ,  $AC$  w ciągu 20 lat wyniosła 2,6 kg/ha/rok. Najwyższe tempo kumulacji N (23,2 kg/ha/rok) stwierdzono w przedziale 20 do 25 lat (rys. 3). W przypadku powierzchni 17-letnich zaobserwowano pewne zaburzenia związane prawdopodobnie z procesem mineralizacji azotu. Wzrost kumulacji azotu w wierzchnich poziomach gleb pod zbiorowiskami z sukcesji na terenach pogórnicznych podawali również Wali [1999], a dla terenów objętych rekultywacją Anderson [1977] i Leirós et al. [1996].

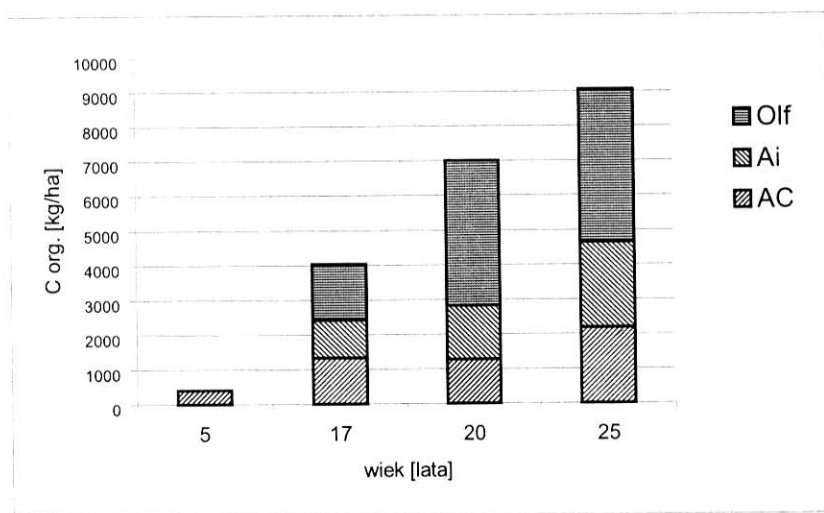
Stosunek C:N w inicjalnym poziomie  $A_i$  badanych gleb wykazywał trend wzrostowy w czasie i kształtował się średnio od około 14 (na powierzchniach 17 letnich) do 22 (na powierzchniach 20 letnich) (rys. 4). Statystycznie istotne różnice wystąpiły pomiędzy powierzchniami 25-letnimi i 17-letnimi oraz pomiędzy powierzchniami 17 i 20 letnimi. Na powierzchniach w przedziale 20 i 25 lat różnice te nie były statystycznie istotne. W poziomach organicznych Olf zaobserwowano szeroki i zróżnicowany zakres C:N (od 27 do 138). Średnie wartości C:N w poziomie Olf obniżały się w czasie od 64 na powierzchniach 17-letnich do około 37 na powierzchniach 25-letnich. Szeroki stosunek C:N w glebach inicjalnych może mieć związek ze spowolnioną dekompozycją biomasy produkowanej przez zbiorowiska roślinności pionierskiej [Schafer and Nielsen, 1979, Wali, 1999]. Przyjmuje się, że dla wystarczającego przebiegu procesu mineralizacji azotu na gruntach rekultywowanych, stosunek C:N powinien być niższy od 20–25.

Analiza frakcyjna materii organicznej wykazała wzrost procentowego udziału węgla związanego z grupą kwasów huminowych i fulwowych w stosunku do węgla pozostałego w glebie po ekstrakcji (tab. 2), co związane było z poprawą procesów humifikacji materii organicznej. Stosunek kwasów huminowych do fulwowych przyjmował wartości poniżej 1 i nieznacznie rósł w czasie. Może to wskazywać na upodabnianie tworzącej się próchnicy do próchnic gleb bielicoziemnych [Kononowa, 1968; Dobrzański, Zawadzki, 1995]. Wzrost szybkości dekompozycji materii organicznej w glebach z postępem wieku stwierdzono również na rekultywowanych zwałowiskach w górnictwie węgla brunatnego [Rumpel et al., 1999]. Według Wójcika (2002) próchnica gleb piaszczystych pod 30 letnimi drzewostanami sosnowymi na rekultywowanym zwałowisku po wydobywaniu węgla brunatnego charakteryzowała się dużą zawartością frakcji ruchomych związków próchnicznych oraz przewagą kwasów fulwowych nad kwasami huminowymi. Podobnie wysoki stosunek kwasów huminowych do fulwowych w materii organicznej na zwałowiskach po eksploatacji węgla brunatnego podawał Anderson [1977]. Oznaczenia gęstości optycznej kwasów huminowych jako stosunku ekstynkcji  $E_{465}:E_{665}$  (tab. 2) wskazuje na wzrost kondensacji pierścieni aromatycznych, oraz postępującą w czasie rozbudowę ich struktury [Kononowa 1968]. Podobne wielkości ekstynkcji  $E_{465}:E_{665}$  dla frakcji kwasów huminowych inicjalnych gleb w wieku 28 lat stwierdzał Anderson [1979]. Wójcik [2002] podawał wysoki stosunek  $E_{465}:E_{665}$  kwasów huminowych w próchnicy gleb piaszczystych pod drzewostanami sosnowymi na zwałowisku po eksploatacji węgla brunatnego.

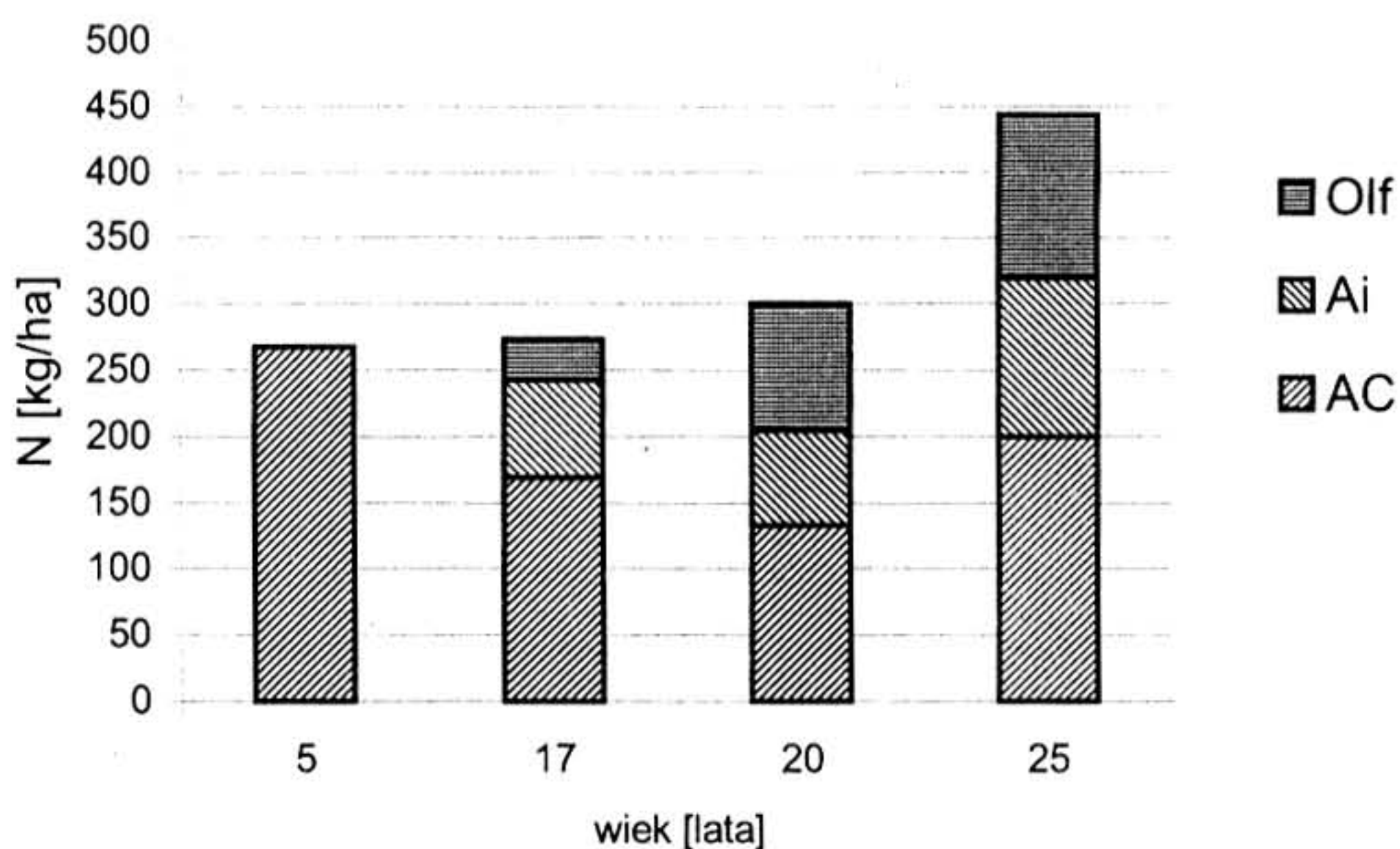




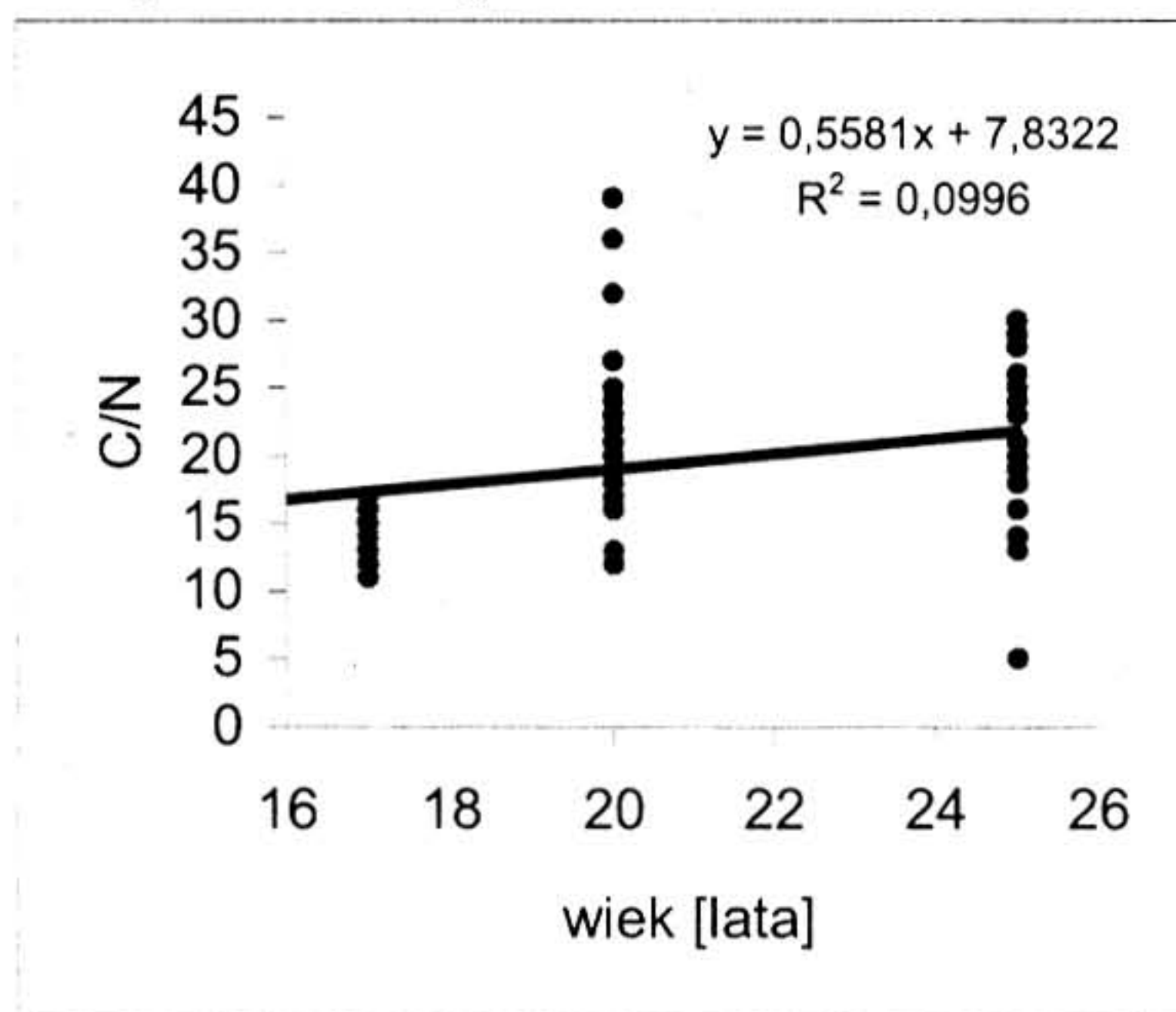
Rys. 1. Przyrost miąższości inicjalnego poziomu Ai w czasie pod zbiorowiskami z sukcesją na nierekultywowanych fragmentach wyrobiska KP „Szczakowa”



Rys. 2. Kumulacja węgla organicznego w poziomach Olf, Ai, AC w inicjalnych glebach powstających pod zbiorowiskami z sukcesji na nierekultywowanych fragmentach wyrobiska KP „Szczakowa”



Rys. 3. Kumulacja azotu ogólnego w poziomach Olf, Ai, AC w inicjalnych glebach powstających pod zbiorowiskami z sukcesji na nierekułtywowanych fragmentach wyrobiska KP „Szczakowa”



Rys. 4. Zmiany stosunku C:N w czasie w inicjalnym poziomie akumulacji próchnicy pod zbiorowiskami z sukcesji na nierekułtywowanych fragmentach wyrobiska KP „Szczakowa”



**Tab. 1. Wybrane właściwości poziomów organicznych i organiczno-mineralnych inicjalnych gleb powstających pod zbiorowiskami z sukcesji na nierekultywowanych fragmentach wyrobiska KP „Szczakowa”**

Wiek [lata]	n	Miąższość [cm]			pH H <sub>2</sub> O			C <sub>org</sub> [g kg <sup>-1</sup> ]			Materia org. [g kg <sup>-1</sup> ]			N <sub>og</sub> [g kg <sup>-1</sup> ]			C/N		
		średnia	odch. st.	zakres	średnia	odch. st.	zakres	średnia	odch. st.	zakres	średnia	odch. st.	zakres	średnia	odch. st.	zakres	średnia	odch. st.	zakres
poziom Olf																			
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	12	0.83	0.64	0.5 3.0	4.51	0.37	4.0 5.4	449.6	45.8	367 503	775.1	790.0	632.0 867.0	8.3	3.6	3.5 16.7	64.1	30.3	28 138
20	12	1.43	0.61	0.5 3.0	4.42	0.45	3.5 5.2	391.4	65.4	247 472	674.6	112.6	421.5 814.0	9.0	2.4	5.4 14.2	46.1	13.6	29 80
25	12	1.79	0.81	0.5 3.5	5.13	0.46	4.3 5.7	390.6	103.6	326 495	673.4	178.6	290.0 854.0	10.9	3.2	4.5 17.0	36.8	7.9	27 55
poziom Ai																			
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-*
17	22	1.23	0.40	0.5 2.0	5.05	0.28	4.7 5.8	5.47	1.91	2.90 10.90	9.4	3.3	5.0 19.0	3.7	1.3	0.02 0.72	14.3	1.7	11 17
20	36	1.60	0.62	0.5 4.0	5.44	0.20	4.9 5.8	5.80	2.68	3.40 15.10	10.0	4.6	6.0 26.0	2.6	0.9	0.13 0.59	22.0	5.7	12 39
25	36	1.90	0.73	1.0 5.0	5.42	0.48	4.4 6.4	7.92	5.12	2.90 26.6	13.7	8.8	5.0 46.0	3.9	2.3	0.15 1.20	20.7	5.2	5 30
poziom AC																			
5	6	4	0.84	3.0 5.0	5.58	0.12	5.4 5.7	0.62	0.15	0.40 0.80	1.1	0.3	0.7 1.3	0.4	0.02	0.395 0.450	1.5	0.6	1 2
17	33	5.06	3.07	1.0 12	5.49	0.29	5.0 6.1	1.61	0.52	0.60 20.8	2.8	0.9	1.0 4.8	0.2	0.04	0.137 0.291	7.7	1.8	4 11
20	35	6.09	2.75	1.5 16	5.40	0.20	5.0 5.9	1.27	0.46	0.50 2.50	2.2	0.8	0.9 4.4	0.1	0.05	0.050 0.222	10.6	5.0	3 25
25	36	7.58	2.83	4.0 14.0	5.41	0.41	4.7 6.3	1.77	0.56	0.60 2.70	3.1	1.0	1.0 4.7	0.2	0.05	0.065 0.261	11.4	2.9	5 18

\* - nie stwierdzono występowania poziomu

**Tab. 2. Wybrane właściwości materii organicznej ekstrahowanej z poziomu Ai inicjalnych gleb powstających pod zbiorowiskami z sukcesji na niereaktywowanych fragmentach wyrobiska KP „Szczakowa”**

Wiek [lata]	C <sub>org</sub> w glebie [%]	C <sub>H</sub> + C <sub>F</sub> / C <sub>org</sub> [%]	C <sub>H</sub> [%]	C <sub>F</sub> [%]	C <sub>H</sub> / C <sub>F</sub>	E <sub>4</sub> : E <sub>6</sub> / H
16	0.55	23.7	9.1	14.6	0.6	2.9
22	0.58	21.9	8.6	13.3	0.7	3.1
24	0.79	30.2	12.0	18.2	0.8	4.3

C<sub>H</sub> – węgiel kwasów huminowych; C<sub>F</sub> – węgiel kwasów fulwowych; n = 3

## PODSUMOWANIE

1. Miąższość inicjalnego poziomu Ai rosła w czasie, a różnice pomiędzy powierzchniami 17- i 25-letnimi były statystycznie istotne.
2. Najbardziej dynamiczny wzrost kumulacji materii organicznej i węgla obserwowano w warstwie próchnicy nadkładowej, a najwyższa wartość kumulacji wystąpiła na powierzchniach najstarszych (25-letnich).
3. Kumulacja azotu ogólnego w porównaniu do węgla organicznego miała relatywnie niższą dynamikę, jednak całkowita kumulacja azotu w poziomach organicznych i organiczno-mineralnych wykazywała również tendencję wzrostową w czasie.
4. Stosunek kwasów huminowych do fulwowych może wskazywać na upodobnianie tworzącej się próchnicy do próchnic gleb bielicoziemnych.
5. W poziomach organicznych Olf zaobserwowano szeroki i zróżnicowany stosunek C:N, jednak ogólnie średnie wartości C:N obniżały się w czasie. W poziomie Ai stosunek C:N badanych gleb wykazywał trend wzrostowy.
6. Można przypuszczać, że tworząca się próchnica badanych gleb będzie się upodabniać do typu moder, a w przypadku znacznej dominacji sosny zwyczajnej w drzewostanie do typu mor.

## LITERATURA

- ANDERSON D. W., 1977: Early stages of soil formation on glacial till mine spoils in a semi-arid climate, *Geoderma* 19, s. 11-19.
- BRAUN-BLANQUET J., 1951: *Pflanzensoziologie*. (Zweite Auflage), Springer-Verlag Wien, s. 58 - 62.
- BURT R., ALEXANDER E. B., 1996: Soil development on moraines of Mendenhall Glacier, southeast Alaska. 2. Chemical transformations and soil micromorphology. *Geoderma* 72, 19-36.
- DANIELS W. L., GENTHNER M. H., HODGES R. L., 1992: Soil development in sandy tailings derived from mineral sands mining in Florida. *Proceedings National Meeting of the American Society for Surface Mining and Reclamation*, Duluth, MN, June 14-18, 1992. ASSMR, Lexington, 37-47.



- DE KOVEL C. G. F., VAN MIERLO A. (J) E. M., WILMS Y. J. O., BERENDSE F., 2000: Carbon and nitrogen in soil and vegetation at sites differing in successional age. *Plant Ecology* 149 (1), 43–50.
- DICKSON B. A., CROCKER R. L., 1954: A chronosequence of soil and vegetation near Mt. Shasta, California. III. Some properties of mineral soil. *J. Soil Sci.* 5, 173–191.
- DOBRZAŃSKI B., ZAWADZKI S., 1995: *Gleboznawstwo*. PWRiL, Warszawa, s. 228.
- ELGERSMA A. M., 1998: Primary forest succession on poor sandy soil as related to site factors. *Biodivers. Conserv.* 7, 193–206.
- ELLERBROCK R. H., HÖHN A., GEREKE H. H., 1999: Characterization of soil organic matter from a sandy soil in relation to management practice using FT-IR spectroscopy. *Plant and Soil* 213, 55–61.
- GILEWSKA S., 1972: Wyżyny Śląsko-Małopolskie. [w:] *Geomorfologia Polski, Polska Południowa Góry i Wyżyny* Vol I, pod red. M Klimaszewskiego, s. 232. PWN, Warszawa.
- HOBBIE E. A., MACKO S. A., SHUGART H. H., 1998: Patterns in N dynamics and N isotopes during primary succession Glacier Bay, Alaska. *Chemical Geology* 152, 3–1.
- INSAM H., DOMSCH K. H., 1988: Relationship between soil organic carbon and microbial biomass on chronosequences of reclamation sites. *Microb. Ecol.* 15, 177–188.
- JOCHIMSEN M. E. A., 1996: Reclamation of colliery mine spoil founded on natural succession, *Water, Air and Soil Pollution* 91, 99–108.
- KONONOWA M., 1968: *Substancje organiczne gleby, ich budowa, właściwości i metody badań*. PWRiL, Warszawa, ss. 273.
- KRZAKLEWSKI W., FRĄCZEK M., 1999: Metoda rekultywacji leśnej starych wyrobisk popiaskowych z wykorzystaniem roślinności z sukcesji samorzutnej. Materiały konf. "Górnictwo Odkrywkowe – Środowisko – Rekultywacja, ze szczególnym uwzględnieniem KWB Bełchatów". Vol 1. S. C. Drukrol, Kraków, 111–127.
- LEIRÓS M. C., GIL-SOTRES F., TRASAR-CEPEDA M. C., SAA A., SEOANE S., 1996: Soil recovery at the Meirema opencast lignite mine in northwest Spain: a comparison of the effectiveness of cattle slurry and inorganic fertilizer. *Water, Air and Soil Pollution* 91, 109–124.
- LEWANDOWSKI J., ZIELIŃSKI T., 1990: Wiek i geneza osadów kopalnej doliny Białej Przemszy. *Biul. Państw. Instytut. Geol.* 364.
- LITTLE I. P. and WARD W. T., 1981: Chemical and mineralogical trends in a chronosequence developed on alluvium in Eastern Victoria, Australia. *Geoderma* 25, 173–188.
- OBIŃSKI Z., 1970: *Zarys ekologii*. [w:] *Nasze drzewa leśne, Monografie popularnonaukowe, Sosna zwyczajna (Pinus silvestris L.)* Vol 1. pod red. S. Białobok. PWN, Warszawa-Poznań, 203–231.
- PIETCH W. H. O., 1996: Recolonization and development of vegetation on mine spoils following brown coal mining in Lusatia. *Water, Air and Soil Pollution* 91, 1–15.



- PROSSER I. P., ROSEBY S. J., 1995: A chronosequence of rapid leaching of mixed podzol soil materials following sand mining. *Geoderma* 64, 297–308.
- ROBERTS J. A., DANIELS W. L., BELL J. C., BURGER J. A., 1988: Early stages of mine soil genesis in a southwest Virginia spoil lithosequence. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52, 716–723.
- RUMPEL C., KÖGEL-KNABNER I., HÜTTL R. F., 1999: Organic matter composition and degree of humification on lignite- rich mine soils under a chronosequence of pine. *Plant and Soil* 213, 161–168.
- SCHAFER W. M., NIELSEN G. A., 1979: Soil development and plant succession on 1- to 50-year old strip mine spoils in southeastern Montana, w: *Ecology and Coal resource Development*, red. Wali M. K., Vol 2, s. 541-649. Pergamon Press, New Yourk, NY, USA.
- SYERS J. K., CAMPBELL A. S., WALKER T. W., 1970: *Contribution of organic carbon and clay to cation exchange capacity in a chronosequence of sandy soils.* *Plant and Soil* 33, 104–112.
- UGGLA H., 1965: *Gleboznawstwo leśne szczegółowe.* PWRiL, Warszawa. 31 pp.
- VALERA C., VASQUEZ C., GONZALEZ-SENGREGORIO M., LEIRTOS M. C., GIL-SOTRES F., 1993: Chemical and physical properties of opencast lignite minesoils. *Soil Science* 156, 193-204.
- WALI M. K., 1999: Ecological succession and the rehabilitation of disturbed terrestrial ecosystems. *Plant and Soil* 213, s. 195-220.
- WALI M. K., FREEMAN P. G., 1973: Ecology of some mined areas in North Dakota, w: *Some Environmental Aspects of Strip mining in North Dakota*, (red.) Wali M. K, s. 25-47. Education Series 5. North Dakota Geological Survey, Grand Froks, ND, USA.
- WEST T. O., WALI M. K., 2002: Modeling regional carbon dynamics and soil erosion in disturbed and rehabilitated ecosystems as affected by land use and climate. *Water, Air and Soil Pollution* 138, 41–163.
- WISZNIEWSKI W., CHEŁCHOWSKI W., 1975: *Charakterystyka klimatu i regionalizacja klimatologiczna Polski.* IMiGW. Warszawa.
- WÓJCIK J., 2002: Biodynamiczna metoda rekultywacji leśnej na przykładzie zboczy zwałowiska KWB Adamów. Maszynopis pracy doktorskiej. AGH, Kraków, s. 67.
- WÓJCIK J., KRZAKLEWSKI W., 1999: Kształtowanie się cech inicjalnej gleby w toku leśnej rekultywacji zwałowiska zewnętrznego KWB Adamów. Materiały konf. "Górnictwo Odkrywkowe – Środowisko – Rekultywacja, ze szczególnym uwzględnieniem KWB Bełchatów". Vol 1. S. C. Drukrol, Kraków, 95-109.

*Praca Naukowa finansowana ze środków Komitetu Badań Naukowych  
w latach 2003 - 2005 jako projekt badawczy Nr 3P06S03925*





*Wojciech Puchalski*

Katedra Biologii Środowiskowej, Politechnika Koszalińska

## CHARAKTERYSTYKA I ZRÓŻNICOWANIE FUNKCJONALNE STARORZECZY W DOLINACH DUŻYCH RZEK NIZINNYCH

## THE CHARACTERISTICS AND FUNCTIONAL DIVERSITY OF OXBOW LAKES IN LARGE LOWLAND RIVER FLOODPLAINS

**Słowa kluczowe:** starorzecza, doliny rzeczne, osady denne, pierwiastki biogenne, roślinność wodna, wezbrania rzek, pułapki biogeochemiczne.

**Streszczenie:** Starorzecza stanowią istotny element krajobrazu dolin rzek nizinnych. Na przykładzie starorzeczy doliny dolnej Wisły omówiono charakterystykę i wybrane aspekty funkcji biogeochemicznych ich ekosystemów, związanych z metabolizmem osadów dennych i funkcjami roślinności wodnej. Czynnikiem różnicującym starorzecza jest ich podatność na perturbacje związane z wezbraniem rzek oraz struktura (różnorodność) roślinności. Zróżnicowanie strukturalne przekłada się na zróżnicowanie zdolności retencyjnych w stosunku do ładunków związków biogennych, gdzie najkorzystniejsze cechy posiadają osady denne starorzeczy zalewanych wodami wezbraniowymi. Poszczególne gatunki roślin uzależnione są od specyficznych warunków środowiska, zmieniając często w przeciwny sposób parametry funkcjonowania ekosystemów. W zagospodarowaniu dolin rzecznych należy dążyć do wykorzystania starorzeczy jako sprawnej pułapki biogeochemicznej oraz stabilizującego i łączącego komponentu krajobrazu doliny rzeki, pod warunkiem zachowania dynamiki wezbrań.

**Key words:** oxbow lakes, riverine floodplains, bottom sediments, nutrients, aquatic vegetation, floods, biogeochemical traps

**Summary:** Oxbow lakes constitute an important element of the landscape of lowland river floodplains. The structural characteristics and chosen aspects of biogeochemical functions are described for oxbow ecosystems in the lower Vistula floodplain, considering metabolic properties of bottom sediments and functions of aquatic vegetation. Typology of oxbow lakes, based mainly on their susceptibility to flood disturbances and on vegetation structure and diversity is proposed. Patterns of structural diversity imply the variability of retentive properties for external nutrient loads, where sediments of periodically flooded lakes reveal the most desirable properties. Particular plant species, constrained by specific environmental variables, transform functions of their ecosystems in contrasting ways. Oxbow lakes may perform a role of effective biogeochemical traps as well as may increase the stability and connectivity functions of riverine landscapes. Such optimising of floodplain management demands at least partial restoration of flood dynamics for maintaining non-degraded functions of oxbow



lakes. Functional assessment of vegetation and sediment analyses may help in establishing the most desirable restoration measures.

## WSTĘP

Starorzecza stanowią ważny element struktury krajobrazu obszarów zalewowych dolin rzek nizinnych. Są wytworem dynamiki koryta rzecznego, pozostałością dawnych meandrów lub roztokowych ramion koryta, które pozostają okresowo, częściowo lub całkowicie odcięte od głównego koryta rzeki. W bogatej literaturze dotyczącej dolin rzecznych podkreśla się ich znaczenie w kształtowaniu różnorodności krajobrazowej i biocenotycznej. Stanowią siedlisko wielu rzadkich i chronionych gatunków roślin, spośród których występowanie salwinii pływającej (*Salvinia natans*) i kotewki (*Trapa natans*) na terenie Polski jest w większości ograniczone do tego typu zbiorników wodnych. Dla wielu gatunków ryb rzecznych stanowią strefy zimowania, tarła i rozwoju narybku [Jungwirth i in., 2000], podobnie jak siedlisko życia i migracji ptaków wodnych. Program Natura 2000 przewiduje objęcie starorzeczy ochroną jako siedlisk przyrodniczych o znaczeniu europejskim.

Ward i in. [1998] podkreślają, że zróżnicowanie środowiskowe ekosystemów wodnych doliny rzecznej wynika z połączenia dwóch charakterystyk:

1. nieciągłości strukturalnej, wynikającej ze zróżnicowania geomorfologicznych procesów kształtowania struktury doliny, oraz
2. łączności, realizowanej poprzez przepływ i wymianę wód powierzchniowych i podziemnych (hyporeicznych) w skali doliny w okresach niżówkowych i zalewów wód rzecznych w okresach wezbrań.

Znaczenie wezbrań nie ogranicza się tylko do wymiany wód powierzchniowych, określanej jako pulsy zalewowe [*flood pulses*, Tockner i in., 2000]; równie ważne są pulsy przepływowe (*flow pulses*), polegające na zwiększonej intensywności przepływu wód podziemnych w okresach wezbrań, co nie musi być związane z powierzchniowym połączeniem starorzeczy z korytem rzeki.

Często postulowana jest retencyjna rola starorzeczy w odniesieniu do substancji (w tym głównie pierwiastków biogennych) przenoszonych zarówno wzdłuż doliny rzecznej, jak też dopływających poprzez wody podziemne i spływy powierzchniowe z obszarów wysoczyznowych, a także położonych w samej dolinie, niekiedy również intensywnie użytkowanych rolniczo. Warunki troficzne, kształtowane przez te ładunki zewnętrzne, decydują o rozwoju specyficznych biocenoz wodnych, ważnych z przyrodniczego i gospodarczego punktu widzenia. Z drugiej strony, poprzez swe retencyjne właściwości starorzecza mogą pełnić istotną rolę w ochronie jakości wód rzeki. Choć zróżnicowanie chemiczne wód starorzeczy było niekiedy przedmiotem badań, niewiele jest danych opisujących procesy kształtowania składu chemicznego i jakości wód.

W polskiej literaturze dobrze rozpoznane zostało znaczenie biogeochemiczne przekształconych torfowisk [Kruk, 2000] oraz kaskady zbiorników zaporowych na małej rzece [Gołdyn, 2000]. Biogeochemiczne funkcje innych ekosystemów wodnych dolin rzecznych nie doczekały się jeszcze kompleksowego opracowania. Próby

określenia znaczenia procesów biogeochemicznych dla roślinności wodnej, jak również – odwrotnie – modyfikacje tych procesów zachodzące przy udziale roślinności w starorzeczach są celem niniejszej pracy.

Zabiegi gospodarki przestrzennej i regulacji rzek wpłynęły w poważnym stopniu na funkcjonowanie starorzeczy. Wiele z nich zanikło, utraciło połączenie z wyprostowanym korytem, zostało odciętych wałami przeciwpowodziowymi od zalewów wezbraniowych, zahamowane zostały procesy powstawania i odtwarzania starorzeczy. Zlewniowe ładunki materii stanowią zagrożenie jakości wody. Z drugiej strony obecnie zauważa się tendencję do przywracania naturalności dolin rzecznych i ich rekultywacji, połączonej często z próbami odtwarzania starorzeczy i restytucji populacji roślin w przeszłości w nich występujących. W zmienionych warunkach hydrologicznych i troficznych nie zawsze te próby zostają uwieńczone sukcesem. Rozpoznanie procesów ekologicznych, ich uwarunkowań i możliwości kierowania nimi może stać się podstawą do skutecznej optymalizacji kształtowania krajobrazu dolin dużych rzek nizinnych, w których procesy biotyczne pełnią znacznie większą rolę w odniesieniu do procesów abiotycznych (hydrologicznych).

## TEREN I METODY BADAŃ

Badaniami objęto prawą stronę odcinka doliny dolnej Wisły między Bydgoszczą a Chełmnem. Na odcinku tym znajdują się liczne starorzecza, tworzące często połączone ze sobą okresowo ciągi odpowiadające dawnemu układowi roztokowych koryt rzeki. Niektóre z nich są zbiornikami sztucznymi, powstałymi w wyniku dawnych prac hydrotechnicznych [Gorączko, 2001]. Istniejące obecnie starorzecza są różnicowane pod względem ich morfologii, sytuacji hydrogeologicznej (przepuszczalności utworów doliny warunkującej kontakt z wodami hyporeicznymi), otoczenia, podatności na zalewanie wodami wezbraniowymi (część starorzeczy odcięta od wezbrań wałami przeciwpowodziowymi), roślinności, osadów dennych i charakterystyki chemicznej wody. Kilkaście z nich zostało wybranych jako obiekty badań. Dla każdego z nich określono wyżej wymienione aspekty różnicowania, a także kilkakrotnie w ciągu roku przeprowadzono pomiary metabolizmu osadów dennych i zakumulowanej w nich grubocząsteczkowej martwej materii organicznej. Badania te, przeprowadzone na próbach osadu w laboratorium przy zachowaniu warunków fizycznych zbliżonych do naturalnych, obejmowały tempo respiracji oraz pochłaniania lub uwalniania jonów fosforanowych, amonowych, azotanowych i azotynowych w różnych stężeniach wyjściowych tych jonów w roztworze. Wyniki przeliczano na jednostkę masy osadu w jednostce czasu (doba). Dla poszczególnych starorzeczy uwzględniono różnicowanie osadów w zależności od różnicowania płatów zbiorowisk roślinnych.

## ZRÓŻNICOWANIE MORFOLOGICZNO-STRUKTURALNE STARORZECZY

Podstawowymi czynnikami różnicującymi fizjonomię starorzeczy okazało się różnicowanie gatunkowe wodnej roślinności wynurzanej i zanurzonej oraz



częstotliwość zalewania przez wody wezbraniowe. Wyróżniono kilka typów starorzeczy:



Na krawędzi doliny istnieją stare, nieprzekształcone starorzecza, często w otoczeniu leśnym lub z torfowiskowymi okrajkami, zasilane przez źródła lub wysięki podskarpowe. Charakteryzują się one szczególnym bogactwem florystycznym. Różnorodność gatunkowa roślinności okazała się znacznie mniejsza (niekiedy tylko 2-3 gatunki roślin wynurzonych z dominacją jednego z nich) w starorzeczach, które zostały odcięte wałami przeciwpowodziowymi od zalewów przez wody wezbraniowe. Wśród starorzeczy międzywała wyróżniono: erozyjne – wąskie rynny ze stromymi brzegami, charakteryzujące się szybkim przepływem wód wezbraniowych i gruboziarnistymi osadami mineralnymi, umożliwiającymi wymianę wód powierzchniowych i podziemnych, akumulacyjne – rozległe, płytkie, często ze złożoną linią brzegową, wypełniające się osadami ilastymi i organicznymi oraz połączone z korytem, o zmieniającym się często wraz ze zmianami stanów wód w rzece zwierciadle wody, w których następuje sedymentacja zawiesiny niesionej przez nurt rzeki.

### Metabolizm osadów dennych

Na powyżej opisane zróżnicowanie starorzeczy, decydujące o charakterze odkładanych w nich osadów dennych, w zróżnicowaniu ich metabolizmu nakładają się warunki lokalne związane z głębokością, strefami wymiany z wodami podziemnymi i płatami roślinności. Większość osadów ma charakter heterotroficzny, konsumpcja tlenu latem zawiera się w przedziale od 5 do 35 mgO<sub>2</sub> g<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>. Najniższe wartości są charakterystyczne dla starych, torfowiskowych zbiorników krawędziowych, najwyższe stwierdzono w również niezalewanych starorzeczach odciętych wałami



przeciwpowodziowymi. Wysoka konsumpcja tlenu prowadzi następnie po jego zużyciu do uwalniania zredukowanych form żelaza, a niekiedy również siarkowodoru. W strefie międzywała obserwuje się wartości pośrednie, nieco niższe w starorzeczach erozyjnych mogą być związane z produkcją tlenu przez glony denne.

Osady starorzeczy torfowiskowych charakteryzują się również minimalnymi wartościami tempa pochłaniania jonów fosforanowych i amonowych, niewiele wzrastającymi nawet w znacznie podwyższonych ich stężeniach w wodzie. Wskazuje to na niskie tempo obiegu pierwiastków biogennych w tych ekosystemach i ich niskie zdolności retencyjne wobec ładunków allochtonicznych. Osady starorzeczy międzywała wykazują znaczne choć zróżnicowane właściwości retencjonowania azotanów i fosforanów, wielokrotnie wzrastające (do ponad  $1,5 \text{ mgP g}^{-1} \text{ d}^{-1}$  przy stężeniu  $0,5 \text{ mgP l}^{-1}$ ) w warunkach wysokiego stężenia tych jonów. Przy braku azotu amonowego w wodzie jest on uwalniany z osadów, jego ładunki zewnętrzne są intensywnie pochłaniane.

Z punktu widzenia jakości wody najbardziej niekorzystne właściwości wykazują organiczne osady ze starorzeczy poza wałami, nieodnawiane przez wezbrania. W normalnych warunkach następuje w nich uwalnianie do roztworu wszystkich badanych jonów. Wprawdzie wysokie stężenia nutrientów zmieniają kierunek metabolizmu na ich pochłanianie przez osady, to jednak w warunkach dopływu azotanów następuje ich częściowa redukcja połączona ze szczególnie wysokimi wartościami produkcji toksycznych azotynów.

W tych starorzeczach wzrost aktywności mikrobiologicznej osadów (określany na podstawie ich metabolizmu tlenowego) nie powoduje istotnego wzrostu zdolności absorpcji fosforanów z ładunków zewnętrznych. Odwrotnie, osady ze starorzeczy erozyjnych okazują się najbardziej sprawną biologiczną pułapką dla fosforanów z ładunków zewnętrznych dostających się do starorzecza.

### **Roślinność wodna starorzeczy a martwa materia organiczna**

Stabilne, jednorodne warunki środowiska w odciętych wałami starorzeczach przesiąkowych i brak limitacji chemicznej poprzez konkurencyjne wykluczanie prowadzą do dominacji jednego z gatunków roślin wynurzonych; jest to zwykle kropidło wodne (*Oenanthe aquatica*) lub manna mielec (*Glyceria maxima*). Problemem środowiskowym jest tu bardzo wysokie tempo respiracji osadów, prowadzące do nadmiernego obniżania potencjału redox. Oba gatunki przyjmują odmienną strategię: dla występowania manny czynnikiem stabilizującym jest intensywna wymiana wód podziemnych, kropidło poprzez swe korzenie natlenia skolmatowane osady, ograniczając redukcję i przechodzenie do roztworu związków żelaza. W konsekwencji następuje zmiana terminu uwalniania rozpuszczonych związków mineralnych z dekompozycji martwej materii organicznej tych roślin. W przypadku manny wczesną wiosną następuje dodatkowe pochłanianie nutrientów (co zapobiega powstawaniu zakwitów fitoplanktonu), a ich uwalnianie następuje w czasie maksymalnego zapotrzebowania przez rośliny rozwijające się na wiosnę. Dekompozycja kropidła następuje już późnym latem, co prowadzi niekiedy do deficytów tlenowych i masowego rozwoju bakterioplanktonu w zbiorniku.



Wiosenna dekompozycja martwych szczątków roślin, zakumulowanych przez wody wezbraniowe w starorzeczach międzywala, okazuje się kluczowym czynnikiem umożliwiającym kiełkowanie zarodników i wzrost salwinii. Roślina ta nie występuje na niezalewanych obszarach doliny. W porównaniu z innymi konkurującymi gatunkami roślin wodnych charakteryzuje się niższym tempem pochłaniania związków biogennych z wody; których wewnętrzny ładunek z dekomponujących się szczątków roślin pozwala na możliwość ich pobierania z wody, a rozpuszczone substancje organiczne wspomagają rozwój bakterii aktywnych w transformacji azotu.

### **Implikacje praktyczne w ochronie i rekultywacji dolin rzecznych**

Wysokie zdolności retencyjne osadów dennych starorzeczy (średnio kilkakrotnie wyższe od zalewanych gleb ekosystemów lądowych doliny) mogą być wykorzystane do ochrony wód rzeki przed dostającymi się do doliny zanieczyszczeniami ze źródeł obszarowych i rozproszonych. Warunkiem jest zachowanie integralności i ciągłości systemów starorzeczy i dopuszczanie ich okresowych perturbacji, pełniących rolę odnawiającą.

Starorzecza pozbawione kontaktu z wodami wezbraniowymi przez odcięcie ich wałami powodziowymi od współczesnej doliny rzecznej wykazują wszelkie cechy zdegradowanego ekosystemu: niska różnorodność biologiczna, zła jakość wody, brak lub ograniczone zdolności retencji zewnętrznych ładunków nutrientów. Najbardziej niekorzystna sytuacja występuje, gdy dodatkowo, przez akumulację nieprzepuszczalnych osadów, nastąpi również ograniczenie połączenia z wodami podziemnymi, pogarszającymi swą jakość przez obniżenie potencjału redox. Rozwiązaniem optymalizacji funkcji krajobrazowych może być przywrócenie przynajmniej okresowego przepłukiwania odciętych starorzeczy, co można uwzględnić szczególnie w projektach polderów przeciwpowodziowych w dolinach dużych rzek. Sieć cieków odprowadzających wodę powinna uwzględniać istniejące lub odtwarzane starorzecza, poprawiając w ten sposób funkcje ekologiczne i gospodarcze doliny rzecznej.

Biogeochemiczne rozpoznanie funkcji starorzeczy może być podstawą do optymalizacji ich funkcji i określenia potencjalnych zagrożeń. Roślinność może mieć tu znaczenie jako pułapka dla nieabsorbowanego w zadowalający sposób jonu amonowego. Ponadto występowanie poszczególnych gatunków okazuje się wskaźnikiem funkcji pełnionych przez ekosystem starorzecza. Poznanie funkcjonalnych cech dominujących gatunków roślin może pozwolić na ocenę ekologiczną całego systemu bez konieczności kosztownych i czasochłonnych badań biogeochemicznych. Taka ocena funkcjonalna ekosystemu pozwala również na wskazanie ekosystemów niskoenergetycznych, o niskim tempie metabolizmu i retencyjności, a równocześnie o wysokich walorach przyrodniczych i bioróżnorodności, dla których wzrost ładunków zewnętrznych nutrientów może okazać się szczególnie niebezpieczny. Pozwala to na uwzględnienie właściwych metod ich ochrony (zachowanie otaczających zbiorowisk leśnych lub łąkowych, ochrona zasobów i jakości wód podziemnych w zlewni), np. w ramach planów ochrony obszarów Natura 2000.

**LITERATURA**

- BORNETTE G., AMOROS C., LAMOUREUX N., 1998: Aquatic plant diversity in riverine wetlands: the role of connectivity. *Freshwater Biology* 39, 267-283.
- GOLDYN R., 2000: Zmiany biologicznych i fizyczno-chemicznych cech jakości wody rzecznej pod wpływem jej piętrzenia we wstępnych nizinnych zbiornikach zaporowych. Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań, ss. 185.
- GORĄCZKO M., 2001: The hydrography of oxbows in Fordon Valley in Bydgoszcz. *Limnological Review* 1, 109-116.
- JUNGWIRTH M., MUHAR S., SCHMUTZ S., 2000: Fundamentals of fish ecological integrity and their relation to the extended serial discontinuity concept. *Hydrobiologia* 422/423, 85-97.
- KRUK M., 2000: Biogeochemical functioning of hydrologically modified peatlands and its effect in eutrophication of freshwaters. *Pol. J. Ecol.* 48, 2, 103-161.
- TOCKNER K., MALARD F., WARD J.V., 2000: An extension of the flood pulse concept. *Hydrol. Process.* 14, 2861-2883.
- WARD J.V., BRETSCHKO G., BRUNKE M., DANIELOPOL D., GIBERT J., GONSER T., HILDREW A.G., 1998: The boundaries of river systems: the metazoan perspective. *Freshwater Biology* 40, 531-569.





**Edyta Sierka**

Katedra Geobotaniki i Ochrony Przyrody, Uniwersytet Śląski

**Damian Chmura**

Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków

## CHANGES IN MIXED CONIFEROUS FOREST (*QUERCO ROBORIS* - *PINETUM*) AS A RESULT OF FOREST ECONOMY IN THE SILESIAN UPLAND

### ZMIANY W BORZE MIESZANYM (*QUERCO ROBORIS* - *PINETUM*) JAKO EFEKT GOSPODARKI LEŚNEJ NA WYŻYNIE ŚLĄSKIEJ

**Key words:** mixed coniferous forest, forest economy, disturbances of woodland communities, the Silesian Upland.

**Summary:** In the present paper the results of the phytosociological studies on mixed coniferous community *Quercus robur* - *Pinetum* in the Silesian Upland were shown. Different types of plant community disturbances were observed, caused by various forms of forest economy and these are: impoverishment of floristic composition, decrease of species diversity, monotypization, pinetization, fruticetization, geranietization, neophytization and cespitization.

**Słowa kluczowe:** bór mieszany, gospodarka leśna, degeneracja fitocenoz leśnych, Wyżyna Śląska.

**Streszczenie:** W prezentowanym artykule przedstawiono wyniki badań fitosocjologicznych prowadzonych w zbiorowisku boru mieszanego *Quercus robur* - *Pinetum* obszaru Wyżyny Śląskiej. Stwierdzono występowanie licznych form degeneracji zbiorowiska, spowodowanych różnymi typami gospodarki leśnej i są to: zubożenie składu gatunkowego, spadek różnorodności gatunkowej, monotypizacja, pinetyzacja, fruticetyzacja, geranietyzacja, neofityzacja, cespityzacja i eurytopizacja.

## INTRODUCTION

Primeval areas of our country were covered by forest vegetation, which due to numerous changes in human economy, taking place in the second of 18<sup>th</sup> century, rapidly decreased its area and woodland communities underwent considerable transformations [Grabania, 1963].

The main aim of forestry management was then to transform multispecies and all-aged tree stands into single-species and even-aged monocultures with impoverished floristic composition [Dzwonko, Loster, 1992]. The coniferous woody species were



planted in habitats of mesic forests and pine phytocoenoses exploited by forest husbandry had been invaded by plants from other plant communities [Żmuda, 1973]. Selective tree clearance led to strong development of expansive grassy species in herb layer or excessive development of blackberries (*Rubus* sp.). Clear cutting resulted in die-back of plants of shadow places and encroachment of species from forest margins [Halastra, Nowak, 1983]. The Silesian Upland is the area being under strong direct and indirect human activities what is reflected, among others, by plentiful degenerations forms of forest communities [Cabała, 1990; Orczewska, Chmura, 2001; Sierka, 2003]. Ones of the first plant communities undergoing different sorts of human impact were communities of mixed coniferous forest [Hereźniak, 1993], as one of the most important forest communities in regard to human economy, providing wood of good quality [Białobok et al., 1993].

The goal of the following work is to show the effects of forest economy on floristic composition, structure and biodiversity of forest phytocoenoses: a case of mixed coniferous forest *Quercus robur*-*Pinetum*.

## STUDY AREA

The studies were conducted in the Silesian Upland (341.1). The borders of this area were adopted after Kondracki [2001].

## MATERIAL AND METHODS

The impact of forest management conducted in phytocoenoses of mixed coniferous forest was estimated based on phytosociological data collected in the years: 1998-2001 using classical method of Braun-Blanquet.

The phytosociological relevés taken in the patches of mixed coniferous forest were listed in the analytic table with the use of computer program package PROFIT for geobotanical analyses [Balcerkiewicz, Słownikowski, 1998] according to criterion of similarity of relevé to group of relevés, described by Jaccard's formula.

Nevertheless, in regard to limited space in the following work a short version of the table was introduced. Mean percentage cover-abundances for species important from the view-point of presented problem in each patch of examined plant community as well as the same value for distinguished, by classification method, groups of patches representing internal plant community were shown.

The species playing the most important role in a creation of plant community were defined based on principal components analysis (PCA) using computer program package MVSP 3.0 [Kovach, 1998]. The similarity of the studied patches was investigated by the method of cluster analysis (Ward's method). The similarity of the objects was expressed by Euclidean distance. Results of the analysis were shown on dendrograms. Also species diversity by Shannon in the patches was expressed by values of Shannon-Wiener index [Shannon, 1948].

RESULTS

In disturbed patches of community of mixed coniferous forest total 97 plant species were recorded. In relevés on the average 18 species were noted.

Taking into account syngenetic structure of the community, prevalence of species from *Quercus-Fagetum* class was observed (17,5%), what means bigger fertility of habitats in comparison with e.g. pine woods [Kurowski, 1979]. The species of *Vaccinio-Piceetum* and *Molinio - Arrhenatheretum* classes were represented by 9,3% respectively, however forest edges species make the smallest contribution to total number of species 5,1%.

The effect of forest economy is abundant occurrence of species mentioned in the table 1. in studied phytocoenoses of mixed coniferous forest showing various types of disturbance.

Based on principal components analysis (PCA) groups of species playing the most considerable role in studied patches were distinguished and these are: in tree stand *Pinus sylvestris* and *Quercus robur*; however in herb layer: *Carex brizoides*, *Impatiens parviflora*, *Rubus hirtus* and *Pteridium aquilinum* (fig. 1).

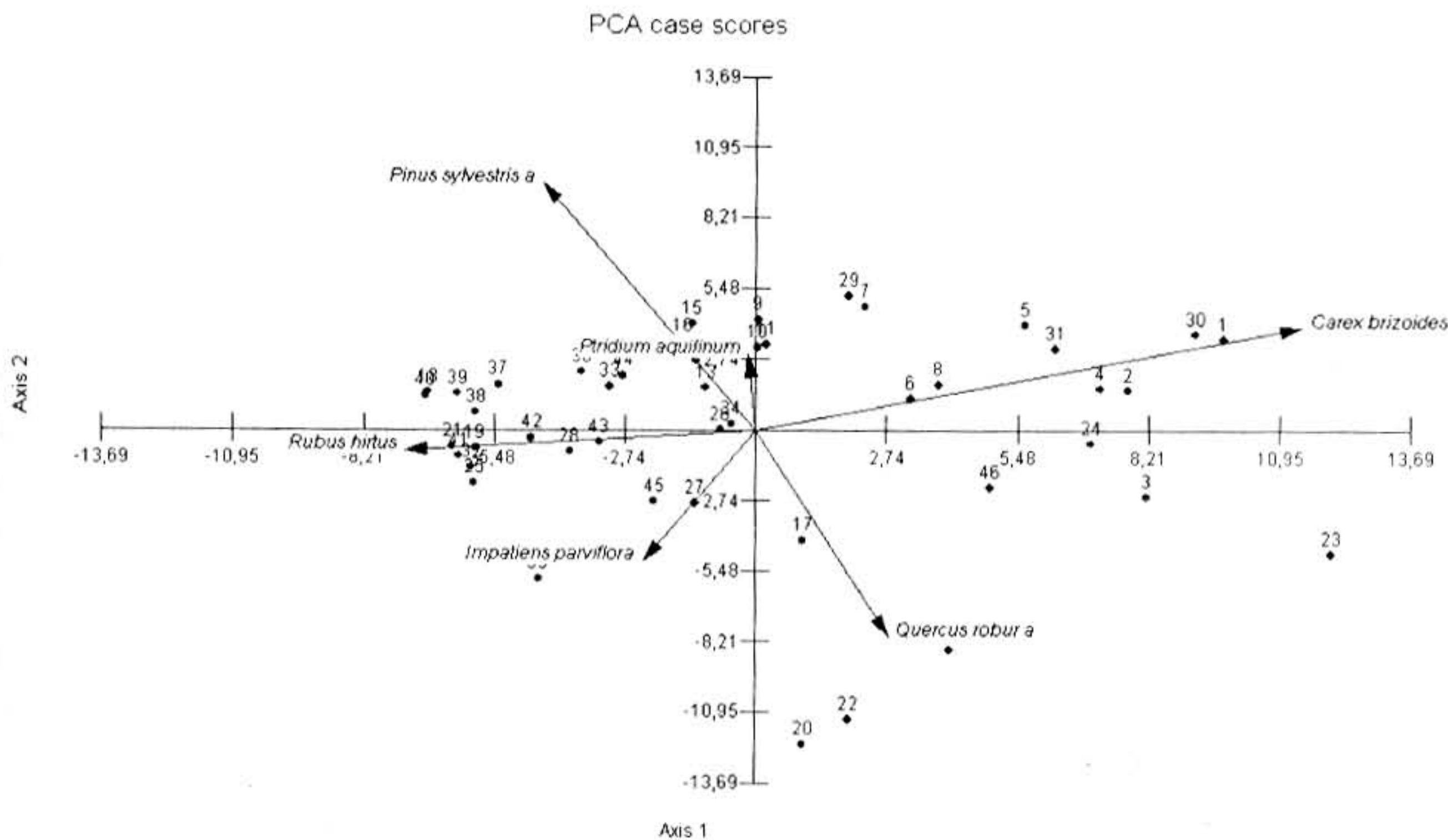
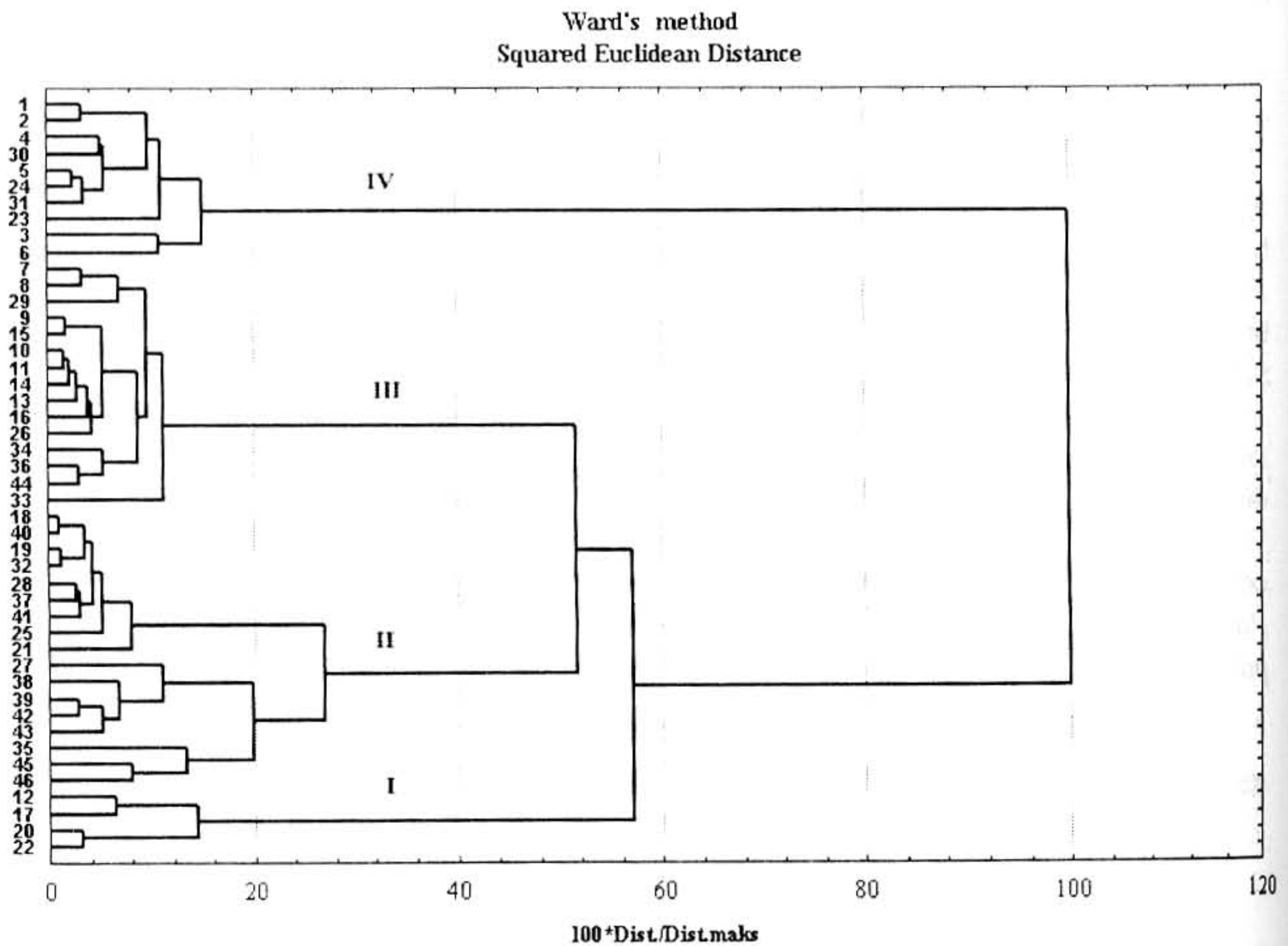


Fig. 1. The results obtained from principal components analysis (PCA) based on the frequency of species of phytocoenosis *Quercus robur* - *Pinetum*

The results of cluster analysis reveal internal differentiation of the patches of examined plant community into 4 groups of patches (fig. 2).





**Fig. 2. The similarity of the patches of mixed coniferous community**

- I. group of patches, in which tree stand with medium cover 67,5 (tab. 1) is mainly composed of *Quercus robur* with tendency to regeneration. The significance of Scots pine is small. The well-developed shrub layer: *Sorbus aucuparia* and *Frangula alnus*. In the herb layer the most abundant are: *Vaccinium myrtillus* and *Rubus idaeus*.
- II. groups of the patches in tree stand with cover 67,6% (tab. 1), built by *Pinus sylvestris* and *Fagus sylvatica* with an admixture of *Picea excelsa*. The numerous are species of forest edges as well as invasive alien *Impatiens parviflora* which occurs here in masses.
- III. groups of the patches, in which tree stand reveals medium cover amounting to 70% (tab. 1). It is composed of regenerating Scots pine with an admixture of *Betula pendula* and *Quercus robur*. The herb layer is dominated by *Vaccinium myrtillus* and expansive species - *Carex brizoides*.
- IV. groups of the patches in tree stand (mean cover 67,0%) built by *Pinus sylvestris* and not abundantly by *Picea excelsa*. In the herb layer *Pteridium aquilinum* and *Carex brizoides* prevail and not so numerously: *Deschampsia caespitosa* and *Rubus hirtus*.

Analysis of values of species diversity index shown that it ranges from 0,766 to 1,319, on the average for all analysed patches amounts to **0,911** (standard deviation - 0,132). The lowest and the highest values of species diversity index were recorded in the patches with oak tree stand and small admixture of Scots pine as well as *Vaccinium myrtillus*.

**Tab. 1. The percentage of chosen species in the community mixed coniferous forest**

	Data for phytocoenosis				Data for lower units			
	$\bar{x}$	Min.	Max.	s	I	II	III	IV
Tree layer cover a	68,3	30,0	90,0	116,9	67,5	67,6	70	67,0
Shrub layer cover b	21,6	0,0	60,0	196,2	30	19,7	23	15,5
Herb layer cover c	92,8	70,0	100,0	65,2	92,5	91,2	90	100,0
Moss layer cover d	13,6	0,0	40,0	109,2	15	3,3	13	3,0
Number of analysed relevés	46,0	46,0	46,0		4	17	15	10,0
Mean number of species in relevé	17,7	10,0	32,0	18,9	20,5	16,7	20	15,1
<i>Pinus sylvestris</i> a	41,5	0,0	62,5	447,1	5,6	43,2	57,5	29,0
<i>Pinus sylvestris</i> b	1,8	0,0	17,5	25,1	0,0	0,3	3,9	1,7
<i>Pinus sylvestris</i> c	0,1	0,0	5,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5
<i>Picea abies</i> a	2,9	0,0	37,5	70,1	0,0	2,3	0,3	8,0
<i>Picea abies</i> b	2,0	0,0	17,5	25,5	0,0	2,7	1,5	2,2
<i>Fagus sylvatica</i> a	3,2	0,0	37,5	74,4	0,0	7,4	1,2	0,5
<i>Fagus sylvatica</i> b	1,5	0,0	17,5	15,1	0,0	1,2	3,0	0,5
<i>Betula pendula</i> a	6,3	0,0	62,5	159,6	4,4	5,4	5,5	9,7
<i>Quercus robur</i> a	9,0	0,0	62,5	355,6	56,2	2,0	2,2	12,2
<i>Quercus robur</i> b	3,8	0,0	37,5	78,3	1,2	1,3	7,0	4,2
<i>Sorbus aucuparia</i> b	3,1	0,0	17,5	35,0	14,3	2,6	2,6	0,1
<i>Frangula alnus</i> b	2,8	0,0	37,5	47,9	11,8	1,3	1,0	4,5
<i>Padus serotina</i> b	2,2	0,0	37,5	47,9	1,2	5,3	0,0	0,5
<i>Vaccinium myrtillus</i>	7,7	0,0	37,5	100,8	6,8	3,8	12,2	8,0
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	0,7	0,0	17,5	8,0	4,4	0,0	0,7	0,5
<i>Rubus idaeus</i>	8,4	0,0	37,5	127,0	15,0	10,0	6,0	6,6
<i>Rubus hirtus</i>	16,0	0,0	62,5	579,0	0,0	40,0	1,2	3,7
<i>Calamagrostis epigeios</i>	1,3	0,0	17,5	14,3	0,0	0,7	0,4	1,0
<i>Carex brizoides</i>	20,6	0,0	87,5	840,7	4,5	2,2	12,7	70,0
<i>Deschampsia flexuosa</i>	3,8	0,0	17,5	43,3	6,8	3,1	6,0	0,5
<i>Pteridium aquilinum</i>	14,4	0,0	37,5	189,0	13,7	11,6	19,7	11,2
<i>Impatiens parviflora</i>	9,5	0,0	62,5	228,0	25,0	17,4	2,3	0,6
<i>Urtica dioica</i>	1,7	0,0	37,5	32,4	1,2	1,3	2,6	1,0
<i>Pleurozium schreberi</i> d	1,8	0,0	17,5	25,2	0,0	1,6	3,9	0,5



## SUMMARY AND CONCLUSIONS

The phytocoenoses of mixed coniferous forest in the Silesian Upland occupy large areas like in other regions of the country; however, they are strongly disturbed. The causes of forest degeneration of this phytocoenosis are mainly various forms of forest husbandry. In the analysed patches of plant community *Quercus robur* - *Pinetum* the following degeneration forms *sensu* Olaczek [1972, 1974], [Łaska, 2001] were distinguished:

1. Impoverishment of floristic composition in the herb layer and decrease of biodiversity. For instance, in the community of mixed coniferous forest in Roztoczański National Park there are 120 species, medium number in the relevé – 32 [Izdebski et al., 1992]. The species diversity depends on form of forest economy [Bernadzki, 1993]. In general, cutting negatively affects species richness [Burianek, 1999].
2. Homogenization of herb layer leading to loss of micro-mosaic differentiation by appearance of dominant species like species from genus *Rubus* sp. as a result of partial felling.
3. The unification of age and species of the tree stand-monotypization, caused by planting of single-species, in mentioned plant community - pine tree stand [Olaczek, 1972].
4. Change in structure of tree stand. The noted structure of pine-oak tree stand with regenerating beech suggests that could be one of regeneration forms of deciduous forest or as the effect of forest cultivation [Pawlaczyk, 1997].
5. Excessive development of shrubs-fruticetyzation – e.g. development of *Frangula alnus*, usually caused by clearing as a result of selective cutting or introduction of species with open-work crown like *Betula pendula* [Olaczek, 1972].
6. Frequent appearance of forest edges terophytes like *Impatiens parviflora* [Brzeg, Krotoska, 1984] – geranietyzation. Thus, it is also species of alien origin which is permanently established in natural phytocoenoses, so this process at the same time is neophytization. It is caused by cultivation of single-species tree stand and their thinning as well as the occurrence of margin effect.
7. The excessive development of expansive grassy species in herb layer like: *Carex brizoides*, *Deschampsia flexuosa* - cespityzation, resulting in considerable decrease of species richness. This form of degeneration is associated with thinning and ground overdrying [Sierka, 2002].
8. Penetration of species from other plant communities e.g. meadow species [Żmuda, 1973].
9. Contribution of wide-tolerant species to the plant community like *Pteridium aquilinum* - eurytopization [Żmuda, 1973]. This is the effect of disturbance of ecological balance in the phytocoenosis and decrease in competitiveness of species being characteristic elements for the plant community.

Further exploitation of mixed coniferous community may probably lead to intensification of processes of degeneration including change of phytocoenosis [Faliński, 1966].

## REFERENCES

- BALCERKIEWICZ S., SŁOWNIKOWSKI O., 1998: Pakiet programów komputerowych do analiz geobotanicznych. Profit 3.0.
- BERNADZKI E., 1993: Zwiększenie różnorodności biologicznej przez zabiegi hodowlano-leśne. Sylwan 137, 29-36.
- BIAŁOBOK S., BORATYŃSKI A., BUGAŁA W. [red.], 1993: Biologia sosny zwyczajnej. PAN Instytut Dendrologii. Sorus. Poznań - Kórnik. pp. 292-294.
- BRZEG A., KROTOSKA T., 1984: Zbiorowisko *Pinus - Geranium robertianum* - forma zniekształcenia grądu. Bad. Fizjogr. Pol. Zach. Ser. B., 35, 53-66.
- BURIANEK V., 1999: Biological diversity of forest ecosystems. Brno, Czech Republic, 6, 1-3.
- CABAŁA S., 1990: Zróżnicowanie i rozmieszczenie zbiorowisk leśnych na Wyżynie Śląskiej, Prace Nauk. Uniw. Śląsk. w Katowicach, 1068, 1-142.
- DZWONKO Z., LOSTER S., 1992: Species richness and seed dispersal to secondary woods in Southern Poland. J. Biogeogr. 19, 195 - 204.
- FALIŃSKI J.B., 1966: Próba określenia zniekształceń fitocenozy. System faz degeneracyjnych zbiorowisk roślinnych. Ekol. Pol. ser. B. 12, 31-42.
- GRABANIA M., 1963: Regiony przemysłowe województwa katowickiego. Wyd. „Śląsk”, Katowice, 30-35.
- HALASTRA G., NOWAK M., 1983: Etapy sukcesji roślinności na zrębach leśnych na siedliskach grądu w północnej części Puszczy Niepołomickiej koło Krakowa. Pr. Bot. 11, 143 - 161.
- HEREŻNIAK J., 1993: Stosunki geobotaniczno-leśne północnej części Wyżyny Śląsko-Krakowskiej na tle zróżnicowania i przemian środowiska. Mon. Bot, 75, 1-343.
- IZDEBSKI K., CZARNECKA B., GRĄDZIEL T., LORENS B., POPIOŁEK Z., 1992: Zbiorowiska roślinne Roztoczańskiego Parku Narodowego na tle warunków siedliskowych. Wyd. UMCS, Lublin, 1-264.
- KONDRACKI J., 2001: Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa. 445.
- KOVACH W. L., 1998: MVSP - A Multivariate Statistical Package For Windows, Ver.3.0 Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, U.K, 1-127.
- KUROWSKI J.A., 1979: Bory i lasy ze sztucznie wprowadzona sosną w dorzeczu środkowej Pilicy i Warty. Zesz. Nauk. UŁ. Folia Botanica, 1-157.
- ŁASKA G., 2001: The disturbance and vegetation dynamics: a review and an alternative framework. Plant Ecology 157, 77-99.
- OLACZEK R., 1972: Formy antropogenicznej degeneracji leśnych zbiorowisk roślinnych w krajobrazie rolniczym Polski niżowej. Uniw. Łódzki, Łódź, 1-170.
- OLACZEK R., 1974: Kierunki degeneracji fitocenz leśnych i metody ich badania. Phytocoenosis. 3:(3/4), 141-146.
- ORCZEWSKA A., CHMURA D., 2001: Neofityzacja zbiorowisk leśnych Płaskowyżu Głubczyckiego i Wyżyny Śląskiej na przykładzie niecierpka drobnokwiatowego *Impatiens parviflora* DC. W: - Przemiany środowiska przyrodniczego Polski a jego funkcjonowanie. Kraków, 17-18 maja 2001. Materiały konferencyjne. Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków, 89-93.



- PAWLACZYK P., 1997: Roślinność leśna Drawieńskiego Parku Narodowego, jej antropogeniczne przekształcenia i aktualne tendencje dynamiczne. Gleby i roślinność ekosystemów leśnych Drawieńskiego Parku Narodowego. Pawlaczyk (ed.). Idee Ekologiczne, 11, 5, 43-70.
- SHANNON C. E., 1948: Bell System Tech. J. 27: 379-423, 623-656.
- SIERKA E., 2002: Ekspansja *Carex brizoides* L. jako efekt antropogenicznych przemian lasów Wyżyny Śląskiej. Człowiek i Środowisko 7, 159-167.
- ŻMUDA S., 1973: Antropogeniczne przeobrażenia środowiska przyrodniczego konurbacji Górnośląskiej. PWN, Śląski Inst. Naukowy w Katowicach, 1-209.

*Leszek Szerszeń, Tadeusz Chodak, Magdalena Gawron*

Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego, Akademia Rolnicza we Wrocławiu

## **NIEKTÓRE WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNE I FIZYKO-CHEMICZNE OSADÓW POFLOTACYJNYCH ZE ZBIORNIKA „KONRAD” NR 3 W IWINACH**

### **SOME CHEMICAL AND PHYSIC PROPERTIES OF THE FLOTATION SEDIMENTS FROM THE RESERVOIR „KONRAD” NO. 3 IN IWINY VILLAGE**

**Słowa kluczowe:** osady poflotacyjne, hutnictwo rud miedzi, rekultywacja

**Streszczenie:** W pracy przedstawiono niektóre właściwości fizyczne i fizyko-chemiczne osadów poflotacyjnych zdeponowanych w zbiorniku ZG „Konrad” nr 3 „Wartowice” w Iwinach. W oparciu o przeprowadzone badania podjęto próbę oceny podatności analizowanych osadów na zabiegi rekultywacyjne.

**Key words:** copper ore flotation, copper ore metallurgy, postmining reclamation

**Summary:** In article presents some physical properties (bulk density, volume density and total porosity) and physic – chemical properties of postflotation sediments of the „Konrad” nr 3 reservoir in Iwiny. Affirm diversity analysed physical and physic-chemical properties of postflotation sediments.

## **WSTĘP**

Naturalnie niski poziom okruszczowania polskich rud miedzi, nieprzekraczający 2% zawartości Cu, powoduje, że w procesach wzbogacania około 95% masy wydobytej rudy oddziela się jako odpad. Przyjęty model uzyskiwania kruszcu metodą flotacji wymaga składowania na mokro ogromnej masy materiału poflotacyjnego. W zależności od składu rudy i technologii jej wzbogacania odpady flotacyjne mają różne właściwości fizyczne, skład chemiczny i mineralogiczny. Gromadzenie odpadów na składowiskach powoduje z jednej strony wyłączenie z użytkowania znacznych powierzchni terenów, z drugiej przyczynia się do wielokierunkowych ujemnych zmian w środowisku [Dębkowski i in., 1997; Krajewski i in., 1998]. Oddziaływanie tych obiektów na środowisko związane jest ze zniszczeniem walorów estetycznych i dewastacją krajobrazu, deformacjami terenu, zanieczyszczeniem wód powierzchniowych i podziemnych, gleb i roślinności oraz powietrza atmosferycznego. Procesami wzmagającymi migrację zanieczyszczeń ze składowisk są procesy wietrzenia oraz



erozji wodnej i eolicznej [Dębkowski i in., 1997; Krajewski i in., 1998; Sasik i in., 1998; Szerszeń i Chodak, 1995].

Tylko odpowiednio przeprowadzona rekultywacja i zagospodarowanie składowisk odpadów poflotacyjnych jest skutecznym działaniem ograniczającym ich ujemne wpływy na otoczenie. Rekultywacja może być prowadzona różnymi metodami i sposobami. Przy rekultywacji terenów bezglebowych występują często problemy z zapewnieniem wprowadzanej na nie roślinności odpowiednich warunków siedliskowych do rozwoju. Istotne jest zatem poznanie składu właściwości deponowanych odpadów pod kątem ich podatności na zabiegi rekultywacyjne zmierzające do przywrócenia tym terenom wartości użytkowych lub przyrodniczych. Celem pracy jest ocena niektórych właściwości chemicznych i fizyko-chemicznych odpadów poflotacyjnych ze zbiornika „Konrad” nr 3 w Iwinach.

## CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU BADAŃ

Zbiornik odpadów poflotacyjnych ZG „Konrad” nr 3 znajduje się w miejscowości Iwiny – gmina Warta Bolesławiecka – województwo dolnośląskie. Położony jest w obrębie lewobrzeżnej części zlewni Bobrzycy, która jest dopływem rzeki Bóbr. Zbiornik ten realizowany był w trzech etapach:

- I etap - powierzchnia 65 ha, pojemność  $V = 3,7 \text{ mln m}^3$ ;
- II etap - powierzchnia 123 ha, pojemność  $V = 8,3 \text{ mln m}^3$ ;
- II etap - powierzchnia 220 ha, pojemność  $V = 19,4 \text{ mln m}^3$  (tab. 1).

Wypełnianie zbiornika nr 3 rozpoczęto w kwietniu 1971 r., a eksploatowany był on do 1990 r., tzn. do czasu likwidacji Z.G. „Konrad”. Na dzień dzisiejszy przeciętne wypełnienie zbiornika wynosi 243,5 m n.p.m, powierzchnia zalewu 220 ha. Miąższość osadów w zbiorniku waha się od około 1,5 do 28 m. Stan techniczny zbiornika (zapora, skarpa i korona) jest dobry i nie stwarza zagrożenia. Zgodnie z Miejscowym Planem Zagospodarowania Przestrzennego Gminy Warta Bolesławiecka zbiornik powinien być zrehabilitowany w kierunku leśnym [Sasik i in. 1998].

**Tab. 1. Charakterystyka składowiska odpadów poflotacyjnych „Konrad” nr 3 [Krajewski i in., 1998; Piasecki i in., 1980]**

Nazwa składowiska	Lokalizacja	Powierzchnia ha	Ilość odpadów tys. Mg	Rodzaj odpadów	Pochodzenie
„Konrad” nr 3 „Wartowice”	Iwiny k/Bolesławca	220	16 600	drobnoziarniste margle i łupki	ZG „Konrad”

## BADANIA

Prezentowane dane obejmują badania prowadzone w Instytucie Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego AR we Wrocławiu pod kierunkiem prof. Leszka Szerszenia i Tadeusza Chodaka na analizowanym obiekcie w latach 2001-2003.

W pierwszym etapie prac na podstawie studiów nad materiałami kartograficznymi i rekonesansu w terenie wytypowano miejsca pobrania próbek z powierzchni składowiska. Następnie wykonano odkrywki glebowe, szczegółowo opisano profile oraz z wyznaczonych warstw pobrano próbki do analiz właściwości chemicznych i fizyko-chemicznych.

Zaprezentowane w pracy badania obejmują oznaczenia:

- składu granulometrycznego
- gęstości właściwej  $\lambda$  (metodą piknometryczną)
- gęstości objętościowej  $\lambda_o$  (metodą Kopecky'ego)
- porowatości całkowitej według wzoru  $P_c = (\lambda - \lambda_o / \lambda) 100 \%$
- odczynu gleby: pH w wodzie i w 1M KCl – metodą potencjometryczną,
- zawartości przyswajalnych form fosforu, potasu (metodą Egnera-Riehma) i magnezu (metodą Schachtschabla),
- całkowitą zawartość metal ciężkich: Cu, Cd, Pb, Ni, Co (metodą AAS)

**Tab. 2. Średni skład ziarnowy odpadów flotacyjnych składowiska „Konrad” nr 3 [Krztoń, 2001; Reszeta, 2001]**

Składowisko „Konrad” nr 3	Klasa ziarnowa (udział w %)			
	1,0 – 0,1 mm	0,1 – 0,02 mm	0,02 – 0,002 mm	< 0,002 mm
	1,6	33,2	53,1	12,1

**Skład granulometryczny** badanych próbek jest mało zróżnicowany. Badania próbek osadów poflotacyjnych wykazały, że jest to materiał dobrze rozdrobniony i reprezentuje utwór drobnoziarnisty w większości poniżej 0,02 mm (tab. 2). Utwory te zawierają średnio 65,2% części ilastych, w tym 12,1% stanowi il koloidalny. Zawartość części pylastych wynosi 33,2%. Utwory te zawierają bardzo mało frakcji piasku (1,6%) i są całkowicie pozbawione frakcji szkieletowych (tab. 2). Analizowane osady poflotacyjne według grup granulometrycznych sklasyfikowano jako ily pylaste, ily właściwe i pyły ilaste.

**Gęstość właściwa** badanych utworów jest słabo zróżnicowana i waha się w granicach od  $2,68 \text{ g cm}^{-3}$  do  $2,75 \text{ g cm}^{-3}$  (tab. 3). Wysokie wartości gęstości właściwej fazy stałej są przypuszczalnie uwarunkowane obecnością związków miedzi.

Badane próbki wykazują **gęstość objętościową** w granicach od 1,22 do  $1,38 \text{ g cm}^{-3}$  (tab. 3). Nie stwierdza się istotnych różnic w gęstości między poszczególnymi poziomami w układzie profilowym.

**Porowatość całkowita** badanych utworów (będąca stosunkiem objętości porów do całkowitej objętości gleby) zmienia się w zakresie od wartości 49,07% do 54,93%. Są to zatem utwory o wysokiej porowatości uwarunkowane składem granulometrycznym (tab. 3).



**Odczyn:** Wszystkie analizowane próbki glebowe charakteryzują się odczynem zasadowym. Wartości pH mierzonego w 1M KCl wahają się od 8,3 do 8,6, natomiast w H<sub>2</sub>O od 8,4 do 9,0 (tab. 5).

**Zawartość przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu** jest zróżnicowana. Utwory charakteryzują się we wszystkich badanych przypadkach bardzo niską zawartością fosforu. Wartości te kształtowały się w granicach od 0,1 mg/100g do 0,3 mg/100g (tab. 4). Zawartość przyswajalnego potasu w osadach poflotacyjnych występuje w granicach od 14 mg/100g do 31,0 mg/100g i kształtuje się na średnim poziomie (tab. 4). Zawartość magnezu we wszystkich badanych próbkach jest wysoka i bardzo wysoka. Najniższa obserwowana zawartość magnezu wynosiła 16,0 mg/100g natomiast najwyższa 30,0 mg/100 g (tab. 4).

**Metale ciężkie:** Badane utwory we wszystkich badanych próbkach wykazują silne zanieczyszczenie miedzią. Zawartość miedzi mieści się w granicach od 2205 do 6160 mg/kg (tab. 6). Przeprowadzone analizy wykazują również obecność pozostałych pierwiastków śladowych tj. Zn, Ni, Pb, Cd i As. Zawartość tych pierwiastków pozostaje jednak na poziomie, przy którym nie są one toksyczne dla roślin.

**Tab. 3. Gęstość właściwa, gęstość objętościowa i porowatość całkowita badanych utworów poflotacyjnych**

Numer odkrywki i głębokość profilu	Gęstość właściwa	Gęstość objętościowa	Porowatość całkowita
	g cm <sup>-3</sup>		%
Profil 1 (0 – 20 cm)	2,716	1,224	54,93
Profil 1 (20 – 30 cm)	2,713	1,373	49,39
Profil 1 (30 – 100 cm)	2,758	1,288	53,29
Profil 1 (>100 cm)	2,732	1,359	50,25
Profil 2 (0 – 20 cm)	2,683	1,263	52,92
Profil 2 (20 – 30 cm)	2,744	1,273	53,60
Profil 2 (30 – 50 cm)	2,686	1,378	49,07

**Tab. 4. Zawartość przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu oraz ocena ich zawartości**

Numer odkrywki i głębokość profilu	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg	Ocena zawartości		
	mg / 100g			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg
Profil 1 (0 – 20 cm)	0,3	14,0	16,0	b. niska	niska	b. wysoka
Profil 1 (20 – 30 cm)	0,1	18,0	13,6	b. niska	średnia	wysoka
Profil 1 (30 – 100 cm)	0,1	30,0	24,0	b. niska	wysoka	b. wysoka
Profil 1 (>100 cm)	0,1	31,0	30,0	b. niska	wysoka	b. wysoka
Profil 2 (0 – 20 cm)	0,1	22,0	17,9	b. niska	średnia	b. wysoka
Profil 2 (20 – 30 cm)	0,1	24,0	28,9	b. niska	średnia	b. wysoka
Profil 2 (30 – 50 cm)	0,1	21,0	20,0	b. niska	średnia	b. wysoka



Tab. 5. Wartości pH w H<sub>2</sub>O i KCl

Numer odkrywki i głębokość profilu	pH	
	H <sub>2</sub> O	KCl
Profil 1 (0 – 20 cm)	8,5	8,4
Profil 1 (20 – 30 cm)	8,6	8,4
Profil 1 (30 – 100 cm)	8,4	8,3
Profil 1 (>100 cm)	8,6	8,4
Profil 2 (0 – 20 cm)	8,8	8,6
Profil 2 (20 – 30 cm)	9,0	8,5
Profil 2 (30 – 50 cm)	8,6	8,3

Tab. 6. Zawartość całkowitych form metali ciężkich

Numer odkrywki i głębokość profilu	Cu	Pb	Zn	Cd	Ni
	ppm				
Profil 1 (0 – 20 cm)	6160	81,00	73,00	0,25	56,00
Profil 1 (20 – 30 cm)	3150	72,25	72,50	0,00	91,75
Profil 1 (30 – 100 cm)	4105	82,25	66,00	0,50	52,50
Profil 1 (>100 cm)	4545	95,50	63,50	0,00	73,50
Profil 2 (0 – 20 cm)	5950	85,50	67,75	0,50	62,50
Profil 2 (20 – 30 cm)	2815	80,50	66,00	0,50	55,00
Profil 2 (30 – 50 cm)	3015	91,25	71,75	0,50	56,50

WNIOSKI

Przeprowadzone badania osadów poflotacyjnych zgromadzonych na składowisku „Konrad” nr 3 w Iwinach pozwalają sformułować następujące wnioski:

Osady poflotacyjne charakteryzują się mało zróżnicowanym, ciężkim składem granulometrycznym. Dominują frakcje iłu i pyłu. Zostały one sklasyfikowane jako iły pylaste, iły właściwe i pyły ilaste. Utwory te w większości przypadków nie zawierają frakcji piasku i są całkowicie pozbawione frakcji szkieletowych.

Utwory te są zasobne w przyswajalny magnez i potas. Jednocześnie cechuje je bardzo niska zawartość przyswajalnego fosforu.

Charakteryzuje je silnie zasadowy odczyn. W znacznym stopniu może on ograniczać przyswajalność niektórych składników pokarmowych, takich jak: bor (B), cynk (Zn), mangan (Mn), żelazo (Fe), magnez (Mg) czy kobalt (Co), a ponadto może wpływać na wzrost toksyczności miedzi.

Stwierdzono bardzo dużą zawartość miedzi, sięgającą nawet do ponad 6000 mg/kg. Przeprowadzone analizy wykazały również obecność pozostałych pierwiastków śladowych tj. Zn, Ni, Pb, Cd i As. Zawartości tych pierwiastków pozostają jednak na poziomie, przy którym nie są one toksyczne dla roślin.



## LITERATURA

- BOGDA A., CHODAK T., 1995: Niektóre właściwości fizyczne i skład mineralogiczny osadów poflotacyjnych ze zbiornika „Gilów”. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 418 – część I. Warszawa.
- DĘBKOWSKI R., DOWNOROWICZ S., MIZERA A., 1997: Nowe kierunki gospodarczego wykorzystania odpadów poflotacyjnych. Ochrona środowiska w KGHM Polska Miedź S.A., Lubin.
- KRAJEWSKI J., BASIŃSKA M., HORODECKI W., 1998: Problemy rekultywacji składowisk odpadów z flotacji rud miedzi. – Rekultywacja i ochrona środowiska w regionach górniczo-przemysłowych, Legnica.
- KRZTOŃ K., 2001: Skład i właściwości chemiczne osadów poflotacyjnych zbiornika nr 3 w Iwinach. Maszynopis. Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego AR we Wrocławiu, Wrocław.
- PIASECKI J., BORYS A., MIZERA A., 1980: Rekultywacja i zagospodarowanie zbiorników odpadów z flotacji rud miedzi na przykładzie zbiornika nr 1 Zakładów Górniczych „Lena” w Wilkowie k/Złotoryi. ZBiPM „Cuprum” we Wrocławiu, Wrocław.
- RESZETAR J., 2001: Charakterystyka właściwości osadów zbiornika poflotacyjnego nr 3 w Iwinach. Maszynopis. Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego AR we Wrocławiu, Wrocław.
- SASIK J., NOWICKI Z., DRABIŃSKI A., 1998: Możliwości rekultywacji poflotacyjnych stawów osadowych w Iwinach poprzez produkcję rybacką. – Rekultywacja i ochrona środowiska w regionach górniczo-przemysłowych, Legnica.
- SZERSZEŃ L., CHODAK T., 1995: Wpływ przemysłu miedziowego na środowisko rolnicze. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 418 – część I, Warszawa.

**Marta Szpakowska, Piotr Warcholak**

Lubuski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Zielonej Górze

## REALIZACJA PROGRAMU ROZWOJU MAŁEJ RETENCJI NA OBSZARZE WOJEWÓDZTWA LUBUSKIEGO

### REALIZATION OF THE PROGRESS PROGRAMME THE SMALL RETENTION IN THE PROVINCE LUBUSKIE

**Słowa kluczowe:** retencja, zbiornik retencyjny, program małej retencji.

**Streszczenie:** Naturalna zdolność retencyjna zlewni została znacznie zmniejszona na skutek antropogenicznej działalności człowieka. Poprawę struktury bilansu wodnego i ograniczenie strat gospodarczych spowodowanych niedoborem wody można uzyskać poprzez zwiększenie lub odbudowę zdolności retencyjnych zlewni rzecznych. Obecnie trwają prace nad opracowaniem Zintegrowanego Wojewódzkiego Programu Małej Retencji dla woj. lubuskiego, obejmującego retencję gruntową oraz budowę zbiorników retencyjnych.

**Key words:** retention, retention reservoir, small retention plan.

**Summary:** To improve the structure of water balance and to limit the economical losses which have occurred due to lack of water can be gained by constructing the retentional abilities of river basin.

Woda w środowisku przyrodniczym spełnia wiele funkcji. Jako środek produkcji decyduje o ilości i niezawodności plonów, jest podstawowym czynnikiem rozwoju gospodarczego i cywilizacyjnego. Woda kształtuje zróżnicowanie elementów biologicznych i jest niezbędna do zachowania walorów przyrodniczych.

Retencja jest to zdolność zatrzymywania zasobów wody i przetrzymywania ich przez dłuższy czas w środowisku przyrodniczym. Wyróżniamy retencję powierzchniową i podziemną, naturalną i sztuczną, sterowaną i niesterowaną. Najefektywniejsza jest retencja kompleksowa, w której współdziałają wszystkie rodzaje retencji i funkcjach przyrodniczych i gospodarczych.

Działania podejmowane w zakresie małej retencji są jednym z elementów spełniających postulat Dyrektywy Wodnej Unii Europejskiej, którą będziemy zobowiązani stosować po 01.05.2004 r.

Postulaty Dyrektywy Wodnej UE podkreślają, że:

- zarządzanie gospodarką wodną powinno odbywać się w granicach zlewni,
- należy dążyć do uzyskania tzw. dobrego stanu ekologicznego wód powierzchniowych,



- konieczne jest włączenie całego społeczeństwa w zarządzanie gospodarką wodną i ochronę zasobów wodnych.

Zasoby wodne Polski w stosunku do innych krajów europejskich są skromne. Według IMGW całkowite zasoby wód powierzchniowych (średni roczny odpływ z powierzchni Polski) w przeliczeniu na 1 mieszkańca wynoszą  $1480 \text{ m}^3$ , podczas gdy w Europie  $4660 \text{ m}^3$ . Po uwzględnieniu konieczności zachowania tzw. przepływu nienaruszalnego, zasoby dyspozycyjne średnio na terenie kraju szacuje się na około  $250 \text{ m}^3$  wody /1 mieszkańca/ rok. Wskaźnik ten plasuje Polskę na jednym z ostatnich miejsc w Europie.

Naturalna zdolność retencyjna zlewni rzecznych na wielu obszarach została znacznie zmniejszona na skutek wylesień, pokrycia powierzchni terenu warstwą asfaltu i betonu, degradacji gleb mineralnych i organicznych, likwidacji oczek wodnych, stawów, budowy systemów odwadniających i wałów przeciwpowodziowych. Poprawę struktury bilansu wodnego i ograniczenie strat gospodarczych spowodowanych nadmiarem lub niedoborem wody można uzyskać poprzez zwiększenie lub odbudowę zdolności retencyjnych zlewni rzecznych. Idea małej retencji polega tu na stworzeniu lub zwiększeniu możliwości gromadzenia wody w miejscu powstawania zasobów w wyniku opadów atmosferycznych.

Ze względu na sposób i formy realizacji małej retencji rozróżnia się działania techniczne i nietechniczne. Do działań nietechnicznych zaliczamy działania planistyczne i agrotechniczne. Działania planistyczne mają na celu stworzenie takiego układu przestrzennego, który uniemożliwi szybki spływ powierzchniowy wód opadowych i roztopowych. Efekt taki można osiągnąć przez:

- kształtowanie odpowiedniego układu pól ornych, użytków zielonych i lasów,
- tworzenie roślinnych pasów ochronnych, użytków ekologicznych (odtworzenie oczek wodnych, mokradeł, obszarów zalewowych),
- ochronę i odpowiednie zagospodarowanie obszarów zasilania wód podziemnych,
- prawidłowe projektowanie infrastruktury komunikacyjnej.

Dużą rolę mogą tu spełniać regionalne i miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego, w których powinny być wyznaczone tereny nadające się do budowy małych zbiorników wodnych oraz strefy ochronne wzdłuż cieków i zbiorników wodnych.

Działania agrotechniczne mogą przyczynić się do poprawy zarówno jakości, jak i ilości wody. Do podstawowych działań w tym zakresie można zaliczyć:

- zwiększenie retencji glebowej poprzez poprawę struktury gleb, zwiększenie zawartości próchnicy w glebie,
- ograniczenie spływu powierzchniowego i zwiększenie zasilania wód podziemnych przez stosowanie zabiegów przeciwoerozyjnych i poplonów,
- gospodarkę wodną na obiektach melioracyjnych.

Do grupy zabiegów technicznych zalicza się cały szereg prac z zakresu hydrotechniki i melioracji. Należą do nich:

- retencjonowanie wód powierzchniowych przez budowę małych zbiorników wodnych, podpiętrzanie jezior,

- wznoszenie budowli piętrzących na ciekach, rowach i kanałach (retencja korytowa)
- regulowanie odpływu wody z systemów drenarskich i z sieci rowów odwadniających, prawidłowa eksploatacja zbiorników wodnych.

## MAŁE ZBIORNIKI WODNE

Małe zbiorniki wodne są urządzeniami technicznymi, służącymi do ciągłego lub okresowego magazynowania wody i umożliwiają gospodarowanie nią. Są podstawowym elementem technicznym małej retencji, powodującym piętrzenie wód w ciekach, jeziorach. Mogą to być zbiorniki zaporowe (powodujące zalanie części doliny), kopane lub tzw. liniowe (podpiętrzanie wody w cieku, bez wystąpienia jej z brzegu).

Małe zbiorniki retencyjne mogą być wykorzystywane jako:

1. zbiorniki magazynujące wodę na potrzeby gospodarcze:
  - do nawodnień rolniczych,
  - do zaopatrzenia wsi i gospodarstw w wodę,
  - do towarowej hodowli ryb,
  - przeciwpożarowe,
  - wodopoje,
  - do pozyskiwania energii;
2. zbiorniki wykorzystywane jako rekreacyjne i ozdobne:
  - kąpieliska,
  - parkowe, przydomowe, działkowe (ozdobne),
  - wędkarskie (nieprzemysłowa hodowla ryb);
3. zbiorniki ekologiczne:
  - enklawy dla flory i fauny wodnej,
  - wykorzystywane do oczyszczania wody (biofiltry),
  - infiltracyjne,
  - wodopoje dla dzikiej zwierzyny;
4. zbiorniki do ochrony przed erozją wodną,
5. zbiorniki przeciwpowodziowe.

## REALIZACJA PROGRAMU MAŁEJ RETENCJI

W 1995 r. podpisano porozumienie pomiędzy Ministrem Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej a Ministrem Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa dotyczące współpracy w zakresie programu małej retencji. Głównym celem tego programu było zmniejszenie deficytu wody wyrażającego się niedoborem wody w glebie i zanikaniem płytkich warstw wód gruntowych, nasilającą się suszą hydrologiczną na wielu obszarach kraju.

Program zakładał stworzenie wojewódzkich programów małej retencji w układzie zlewniowym, uwzględniających odbudowę, modernizację i budowę urządzeń



magazynujących wodę o objętości całkowitej do 5 mln m<sup>3</sup> oraz innych urządzeń i systemów retencjonujących wodę. Przedmiotowe programy nie uwzględniały zadań z zakresu ochrony przeciwpowodziowej województwa.

Województwo lubuskie dysponuje programem składającym się z trzech programów powstałych w 1996 r. w ówczesnym układzie administracyjnym, czyli programów małej retencji byłego województwa zielonogórskiego, byłego województwa gorzowskiego oraz byłego województwa leszczyńskiego. Wszystkie te programy proponowały hierarchię zadań w podziale na 3 grupy pilności: inwestycje do realizacji przed 2000 r., inwestycje planowane do realizacji w latach 2001-2015 oraz trzecia grupa – planowane do realizacji po 2015 r.

Programy małej retencji zostały pozytywnie zaopiniowane przez Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej we Wrocławiu, w Poznaniu i w Szczecinie oraz Ministerstwo Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej w Warszawie.

Zadania przeznaczone do realizacji do roku 2001 i w latach 2001-2003 na podstawie programów małej retencji:

1. w byłym woj. zielonogórskim: do roku 2001 przewidziano do realizacji 12 zadań o łącznym koszcie 12 920 tys. zł, przy efektach rzeczowych: spodziewana retencja 829,2 tys. m<sup>3</sup>, przyrost powierzchni zbiorników o 46 ha oraz objętości o 1 063 tys. m<sup>3</sup>. Zrealizowano 3 zadania na wartość 2 795,7 tys. zł (21,6%) uzyskując spodziewaną retencję 265 tys. m<sup>3</sup>. Jedno zadanie o spodziewanej retencji 170 tys. m<sup>3</sup> jest aktualnie w realizacji. W latach 2001-2003 zamierzano zrealizować 7 zadań na łączną kwotę 9 460 tys. zł, przy spodziewanej retencji 1 723,1 tys. m<sup>3</sup> i przyroście powierzchni o 165 ha. W tym czasie rozpoczęto jedną inwestycję na wartość 5 003,4 tys. zł (53,4%), o zamierzonych efektach: 98 ha i 850 tys. m<sup>3</sup>;
2. w byłym woj. gorzowskim program przewidywał realizację do 2003 r. 17 zadań na wartość 10 751 tys. zł, przy założonym wzroście pojemności jezior i zbiorników o 2.171 tys. m<sup>3</sup>. Do 2002 r. wykonano 2 zadania na wartość 621 tys. zł (5,8%) uzyskując wzrost pojemności retencji o 425 tys. m<sup>3</sup> (19,6%).

Skuteczność realizacji „programu” opracowanego w 1996 r. nie jest zadowalająca. Wynika to z faktu, iż po powodzi w 1997 r. priorytetowym działaniem stała się ochrona przeciwpowodziowa, w tym modernizacja wałów przeciwpowodziowych, szczególnie nad rzeką Odrą. Położenie woj. lubuskiego w dolnych ujściowych odcinkach głównych dopływów Odry oraz w środkowym biegu Odry powoduje, że fale powodziowe tworzą się poza granicami naszego województwa i nie mamy wpływu na sterowanie wezbraniem, zbiorniki retencyjne nie wpływają na kształt fali powodziowej na lubuskim odcinku Odry i dlatego ich budowa nie była działaniem priorytetowym.

W roku 2002 podpisano kolejne porozumienie pomiędzy:

- Ministrem Rolnictwa i Rozwoju Wsi,
- Ministrem Środowiska,
- Prezesem Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa oraz
- Narodowym Funduszem Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

w sprawie współpracy na rzecz zwiększenia rozwoju małej retencji wodnej oraz upowszechniania i wdrażania proekologicznych metod retencjonowania wody.

Obecnie trwają prace nad opracowaniem Zintegrowanego Wojewódzkiego Programu Małej Retencji, zawierającego zbiorniki retencyjne ujęte w programach byłych województw oraz uzupełnionego o retencję gruntową oraz nowe zbiorniki preferowane przez administratorów danych gmin.

Ponadto ustalone w poprzednich programach lokalizacje części zbiorników zostały ujęte w innych opracowaniach, tj.:

1. Program dla Odry 2006,
2. Plan zagospodarowania przestrzennego województwa lubuskiego,
3. Plan zagospodarowania pasma Odry.

## LITERATURA

- Biuro Projektów Wodnych Melioracji i Inżynierii Środowiska w Poznaniu, 1996: Program małej retencji do 2015 roku – woj. leszczyńskie. Poznań.
- MIODUSZEWSKI W., 2003: Mała retencja – ochrona zasobów wodnych i środowiska naturalnego. Poradnik. Wydawnictwo IMUZ, Falenty.
- Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urzędzeń Wodnych w Zielonej Górze, 1996: Program retencji korytowej i zbiornikowej w woj. zielonogórskim. Zielona Góra.
- Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urzędzeń Wodnych w Gorzowie Wlkp., 1996: Program małej retencji dla woj. Gorzowskiego. Gorzów Wlkp.
- Zeszyty naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu nr 289, 1996: Mała retencja w kształtowaniu środowiska. Wydawnictwo AR we Wrocławiu.





*Agnieszka Szulc, Adam Bogacz*

Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego, Akademia Rolnicza we Wrocławiu

## **KSZTAŁTOWANIE SIĘ WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH GLEB MURSZOWYCH OBSZARÓW ŁĄKOWYCH I LEŚNYCH W RÓŻNYM STOPNIU PRZESUSZONYCH**

## **EVOLUTION OF PHYSICAL PROPERTIES OF MUCKY PEAT SOILS IN DIFFERENTLY DRIED FOREST AND MEADOW AREAS**

**Słowa kluczowe:** gleby murszowe, zbiorowiska roślinne, właściwości fizyczne gleb.

**Streszczenie:** Badania prowadzono na obszarach leśnych i łąkowych brzegowej części pradoliny Odry w okolicy wsi Przedmoście na Dolnym Śląsku. Celem badań była charakterystyka właściwości fizycznych gleb siedlisk w różnym stopniu uwilgotnionych oraz określenie wpływu procesu murszowego na zdolności retencyjne poziomów organicznych. Poziomy te charakteryzowały się wysoką zawartością popiołu (26,33-80,27% s.m.), gęstością właściwą 1,73-2,33 g cm<sup>-3</sup>, gęstością objętościową 0,22-0,68 g cm<sup>-3</sup> oraz zróżnicowaną przepuszczalnością wodną i wysokim stopniem rozkładu torfu. Postępujący proces murszowy doprowadził do obniżenia retencji wodnej gleb, w których analiza rozkładu porów glebowych wskazuje niższy udział mezoporów przy wzroście udziału makro- i mikroporów.

**Key words:** mucky soil, plant communities, physical properties of soil.

**Summary:** The study was conducted on forest and meadow areas located on the border parts of Odra marginal valley in Przedmoście locality of Lower Silesia region. The aim of research was comparative analysis of physical properties of soil and estimating the impact of muck process on organic horizon retention. Organic horizon were characterized high ash content (26,33-80,27% dm.), specific gravity 1,73-2,33 g cm<sup>-3</sup>, bulk density 0,22-0,68 g cm<sup>-3</sup>, differed water permeability and high level of peat humification. Analysis of pore distribution in the surface layers indicated that the amount macro- and micro-pores increased while the amount of mesopores decreased. These changes were induced by muck process, which decreased the water retention of soil in strongly dried horizons.



## WSTĘP

Siedliska silnie uwilgotnione, położone w dolinach rzecznych, charakteryzuje występowanie gleb hydrogenicznych mających specyficzne właściwości fizyczne, fizykochemiczne i chemiczne [Tomaszewski, 1969]. Naruszenie równowagi pomiędzy poszczególnymi czynnikami oddziałującymi na glebę, spowodowane działalnością człowieka, prowadzi do zmian właściwości tych gleb, co w skrajnych przypadkach może prowadzić do ich degradacji [Okrusko, 1957]. Za zmiany te odpowiedzialne są głównie melioracje odwadniające, prowadzące do uruchomienia procesów mineralizacji i wtórnej humifikacji masy organicznej, co w konsekwencji zapoczątkowuje proces murszowy [Tomaszewski, 1935; Gotkiewicz, 1996].

Celem prowadzonych badań było określenie zmian właściwości fizycznych gleb murszowych obszarów łąkowych i leśnych, w różnym stopniu przesuszonych, na tle tworzących się zastępczych zbiorowisk roślinnych torfowiska w okolicy wsi Przedmoście.

## OBIEKT BADAŃ

Badania prowadzono na obszarze torfowiska niskiego 2 km na północny wschód od wsi Przedmoście, położonej w odległości około 25 km w kierunku północno-zachodnim od Wrocławia. Obszar ten wchodzi w skład makroregionu Nizina Śląska, mezoregionu Dolina Odry oraz mikroregionu Pradolina Wrocławska. Na obszarze badań stwierdzono dwa typy hydrologicznego zasilania obszarów mokradłowych w wodę: dominujący soligeniczny oraz fluwiogeniczny. Proces bagienny rozwinął się tu na podłożu trudno przepuszczalnych ilów trzeciorzędowych pokrytych cienką warstwą piasków pochodzenia aluwialnego. W wyniku rozwoju tego procesu powstały tu gleby torfowe o różnej miąższości (90-300 cm), tworzące się często na mulach jeziornych zwanych gytiami [Stankiewicz, 1983]. Przerwanie procesu bagiennego poprzez prowadzenie zabiegów melioracyjnych, zapoczątkowanych jeszcze przed II wojną światową, doprowadziło do rozwoju procesu murszowego i mineralizacji torfu. Profile glebowe były zlokalizowane w obrębie następujących zespołów roślinnych: Profil nr 1- zespół *Ribo nigri-Alnetum*, profil nr 2- zespół *Caricetum acutiformis*, profil nr 3- łąka rajgrasowa z klasy *Molinio-Arrhenatheretea*, profil nr 4- zespół *Fraxino-Alnetum* [Matuszkiewicz, 2002]. Siedliska profili nr 1 i 2 należały do silnie uwilgotnionych, w ich podłożu występowała gytia wapienna. Siedliska profili nr 3 i 4 zaliczono do przesuszonych, związane były one z glebami, w których podłożu występował piasek.

## METODY BADAŃ

Badania terenowe na torfowisku w okolicy wsi Przedmoście zostały przeprowadzone w kwietniu 2001 roku. Podczas badań szczegółowo opisano cztery profile glebowe, reprezentujące gleby murszowe różnych typów siedlisk. Do badań laboratoryjnych pobrano 26 próbek glebowych z poszczególnych poziomów

genetycznych. W trakcie badań terenowych oznaczono szereg cech morfologicznych w poszczególnych poziomach glebowych, w tym barwę za pomocą skali barw Munsella, stopień rozkładu torfu wg trzystopniowej skali dla gleb torfowo-murszowych, oraz określono warunki wilgotnościowe. Z poszczególnych poziomów pobrano ponadto próbki gleb do cylinderek Kopecky'ego w celu zbadania szeregu właściwości fizycznych. Podczas badań terenowych wykonana została także analiza florystyczna, na podstawie której ustalono typy zbiorowisk roślinnych.

W próbkach glebowych określone zostały następujące właściwości fizyczne: popielność – wagowo, po spaleniu próbek w piecu muflowym, w temperaturze 550°C, gęstość właściwa – na podstawie wyliczeń wg formuły Okruszki, gęstość objętościowa – przy zastosowaniu cylinderek Kopeckyego, kurczliwość – metodą parafinową, porowatość całkowitą – na podstawie gęstości objętościowej i właściwej, przepuszczalność wodną pionową gleb w strefie nasyconej – przy użyciu aparatu firmy Eijkelkamp, właściwości retencyjne w zakresie pF 0,0-2,9, przy użyciu bloków piaskowych i kaolinowo-piaskowych firmy Eijkelkamp, w tym wartość wilgotności dla polowej pojemności wodnej (PPW) pF 2,0. Na podstawie danych z krzywej pF oraz porowatości całkowitej wyliczono wartości efektywnej retencji użytecznej (ERU) oraz wyliczono udział makroporów ( $>30\ \mu\text{m}$ ), mezoporów ( $30\text{-}0,2\ \mu\text{m}$ ) i mikroporów ( $<0,2\ \mu\text{m}$ ). Ponadto określona została maksymalna higroskopowa pojemność wodna – metodą Nikołajewa, stopień rozkładu torfu – metodą SPEC z zastosowaniem skali barw Munsella, właściwości optyczne wyciągów glebowych – przy użyciu metody z  $0,5\ \text{mol dm}^{-3}\ \text{NaOH}$ .

## CHARAKTERYSTYKA GLEB

Wydzielone poziomy murszowe w profilach nr 1 i 2 określono jako słabo zmurszałe (MtI), natomiast w profilach nr 3 i 4 poziomy te odznaczały się silnym i średnim stopniem zmurszenia (MtII) i (MtIII). Poziomy torfowe spotykano jedynie w profilach nr 1 i 2. Tworzył je torf niski, silnie rozłożony. Zwierciadło wody gruntowej w profilach nr 1 i 2 występowało w okresie badań, tj. w kwietniu 2001 r. 10 cm p.p.t., natomiast w profilach nr 3 i 4 zalegało znacznie niżej, na głębokościach odpowiednio 60 i 70 cm p.p.t.

Na podstawie głębokości zalegania poziomów organicznych glebę profilu nr 1 zaklasyfikowano jako głęboką, profilu nr 2 jako średnio głęboką, natomiast gleby w profilach nr 3 i 4 określono jako płytkie. Analizowane gleby zaliczono na podstawie ich cech morfologicznych do gleb murszowych [Systematyka Gleb Polski, 1989] oraz do Eutri-Sapric Histosols [FAO-WRB, 1998].

Popielność utworów organicznych, kształtowała się w badanych glebach w zakresie od 1,73 do 2,33 g  $\text{cm}^{-3}$ . Najczęściej przyjmowany wskaźnik zagęszczenia utworów glebowych czyli gęstość objętościowa [Okruszko, 1976] mieściła się tu w przedziale od 0,22 do 0,68 g  $\text{cm}^{-3}$ . Ocena stopnia rozkładu poziomów torfowych pozwoliła zaklasyfikować je jako silne rozłożone torfy typu sapric [Soil Taxonomy, 1975] (tab. 1). Przy zastosowaniu metody z 0,5 m NaOH [Sapek, Sapek, 1986], na podstawie pomiaru absorbancji wyciągów glebowych oraz wskaźnika A4/A6



stwierdzono, że humifikacja materii organicznej jest mniej intensywna w glebach bardziej podmokłych - profile nr 1 i 2 (tab. 2), niż w profilach silniej przesuszonych, które wykazały wyższy stopień humifikacji materii organicznej. W badanych glebach porowatość całkowita wahała się w poziomach organicznych od 68,81% do 87,75% (tab. 2). Wyższe wartości tego parametru wykazały gleby o mniejszym stopniu zaawansowania procesu murszowego, reprezentujące siedliska bardziej wilgotne. Poziomy organiczne badanych gleb zmniejszyły swoją objętość pod wpływem kurczenia się w granicach od 16,45% do 65,4% w zależności od stopnia przesuszenia materiału glebowego (tab. 1).

**Tab. 1. Właściwości fizyczne analizowanych gleb (cz. 1)**

Nr prof.	Poziom genet.	Głębokość pobrania cm	Popielność % s.m.	Kurczliwość % v/v	$\gamma_w$	$\gamma_0$	Barwa wyciągu Na <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> 1 0H <sub>2</sub> O SPEC	Rodzaj wg Soil Taxo- nomy 1975	Przepuszczalność wodna pionowa [cm s <sup>-1</sup> ]
					g cm <sup>-3</sup>				
I	O	0-3	26,33	n.o.	1,73	0,38*	10YR 6/3	sapric	n.o.
	Mtni	3-13	63,35	49,8	2,15	0,46	10YR 4/2	sapric	1,35 10 <sup>-5</sup> -1,88 10 <sup>-5</sup>
	Otni1	18-35	77,79	45,3	2,30	0,60	10YR 3/1	sapric	8,58 10 <sup>-7</sup> -9,61 10 <sup>-7</sup>
	Otni2	35-50	27,67	65,4	1,76	0,22	10YR 4/2	sapric	4,05 10 <sup>-5</sup> -2,06 10 <sup>-6</sup>
	Ogy/tni1	73-88	68,70	n.o.	2,20	0,54	10YR 6/3	sapric	n.o.
	Ogy/tni2	131-141	53,34	n.o.	2,04	0,30*	10YR 6/3	sapric	n.o.
II	G	143-148	91,35	n.o.	2,46	0,46*	n.o.	n.o.	n.o.
	Mtni	0-10	64,46	36,3	2,16	0,47	10YR 3/2	sapric	1,11 10 <sup>-4</sup> -1,60 10 <sup>-3</sup>
	Otni1	15-25	80,27	34,7	2,33	0,63	10YR 4/2	sapric	1,24 10 <sup>-4</sup> -9,28 10 <sup>-4</sup>
	Otni2	35-60	30,62	62,4	1,78	0,25	10YR 3/3	sapric	1,46 10 <sup>-6</sup> -3,57 10 <sup>-7</sup>
	Ogy	60-75	68,90	n.o.	2,20	0,36	10YR 6/3	sapric	3,51 10 <sup>-7</sup> -5,15 10 <sup>-7</sup>
	Dgy	125-145	92,85	n.o.	2,47	0,46*	n.o.	n.o.	n.o.
III	Mtni 1	5-10	68,04	49,8	2,19	0,52	10YR 3/1	sapric	1,24 10 <sup>-3</sup> -3,07 10 <sup>-3</sup>
	Mtni 1	10-15	61,21	22,2	2,12	0,55	10YR 3/1	sapric	9,55 10 <sup>-4</sup> -1,16 10 <sup>-3</sup>
	Mtni 2	20-25	72,36	41,1	2,24	0,55	10YR 3/1	sapric	1,10 10 <sup>-4</sup> -4,72 10 <sup>-4</sup>
	Mtni 2	25-30	63,14	22,4	2,18	0,68	10YR 3/2	sapric	n.o.
	Mtni 2	30-35	58,30	n.o.	2,09	0,54	7,5YR 2/0	sapric	n.o.
	Dgg	37-47	n.o.	n.o.	n.o.	1,55	n.o.	n.o.	n.o.
IV	O	0-3	39,49	n.o.	2,04	0,25*	10YR 5/3	sapric	n.o.
	Mtni 1	3-8	71,69	20,2	2,24	0,38*	10YR 2/1	sapric	9,99 10 <sup>-4</sup> -2,96 10 <sup>-3</sup>
	Mtni 1	13-18	73,51	18,2	2,26	0,59	10YR 3/2	sapric	3,78 10 <sup>-4</sup> -5,59 10 <sup>-4</sup>
	Mtni 1	18-23	73,12	16,4	2,26	0,64	10YR 3/1	sapric	1,43 10 <sup>-4</sup> -2,08 10 <sup>-4</sup>
	Mtni 1	23-28	71,02	17,3	2,25	0,36*	10YR 3/2	sapric	n.o.
	Mtni 1	28-33	66,82	n.o.	2,27	0,60	10YR 3/2	sapric	n.o.
	Mtni 2	38-43	70,14	n.o.	2,19	0,58	10YR 3/2	sapric	n.o.
	Dgg	63-73	98,72	n.o.	2,54	1,24	n.o.	n.o.	n.o.

\*wartości wyliczone ze wzoru na podstawie formuły Okruszki, n.o. – nie oznaczono,  $\gamma_w$  – gęstość właściwa,  $\gamma_0$  – gęstość objętościowa,

Analiza przepuszczalności wodnej pionowej wykazała, że znacznie wyższymi wartościami współczynnika  $K_{10}$  cechowały się poziomy w różnym stopniu zmurszałe, poziomy torfowe charakteryzowały się niższymi wartościami tego współczynnika (tab. 1). Wraz ze wzrostem głębokości obserwowano spadek wartości tego parametru. Z wartości wilgotności wyznaczonych na podstawie krzywych desorpcji wody wynika, że

ilość wody silnie związanej, niedostępnej dla roślin ( $pF > 4,2$ ), była znacznie wyższa w profilach nr 3 i 4, reprezentujących gleby silnie zmurszałe (tab.1).

Tab. 2. Właściwości fizyczne analizowanych gleb (cz. 2)

Nr prof.	Poziom genet.	Głębokość pobrania cm	Porowatość całkowita %	Objętość porów w % $P_c$				PRU mm (do 35 cm)	Wartość absor- bancji $A_{4/6}$
				makro- porów	mezoporów		mikro- porów		
				$>30\ \mu m$	PRU (2- 4,2)	ERU (2- 2,7)	$<0,2\ \mu m$		
I	O	0-3	78,03	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	7,69
	Mtni	3-13	80,00	21,54	40,14	12,56	18,32	60,21	7,56
	Otni1	18-35	70,30	15,74	21,52	13,92	33,04	36,58	5,31
	Otni2	35-50	86,79	8,25	63,08	14,61	15,46	n.o.	7,71
	Ogy/tni1	73-88	75,45	6,65	51,32	15,42	17,48	n.o.	5,34
	Ogy/tni2	131-141	85,29	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	7,02
	G	143-148	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.
								$\Sigma = 96,79$	
II	Mtni	0-10	78,24	16,35	42,75	13,14	19,14	64,12	10,04
	Otni1	15-25	72,96	15,54	40,36	13,36	17,06	80,72	n.o.
	Otni2	35-60	85,96	10,57	59,65	12,75	15,74	n.o.	6,80
	Ogy	60-75	83,64	11,17	61,29	16,75	11,18	n.o.	6,45
	Dgy	125-145	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.
								$\Sigma = 144,84$	
III	Mtni 1	5-10	76,26	19,79	30,77	7,34	25,70	30,77	4,57
	Mtni 1	10-15	74,06	28,25	24,39	4,67	18,94	17,07	4,60
	Mtni 2	20-25	75,45	32,79	10,64	4,26	32,02	8,51	4,70
	Mtni 2	25-30	68,81	23,52	17,07	6,08	28,22	8,53	5,09
	Mtni 2	30-35	74,16	28,69	41,07	3,22	4,40	20,53	4,44
	Dgg	37-47	55,16	32,71	18,05	5,04	4,40	n.o.	n.o.
								$\Sigma = 85,41$	
IV	O	0-3	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	5,84
	Mtni 1	3-8	83,04	29,86	46,32	6,42	6,86	23,16	4,05
	Mtni 1	13-18	73,89	34,18	21,74	4,35	18,08	21,74	3,53
	Mtni 1	18-23	71,68	30,07	21,31	4,12	19,76	10,65	3,52
	Mtni 1	23-28	84,00	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	3,73
	Mtni 1	28-33	73,57	29,94	19,91	4,47	23,72	9,95	4,40
	Mtni 2	35-40	73,52	30,11	6,89	6,63	36,52	3,44	4,70
	Dgg	60-70	51,18	21,83	26,05	5,32	3,30	n.o.	n.o.
PRU – polowa retencja użyteczna, ERU – efektywna retencja użyteczna, n.o. – nie oznaczono								$\Sigma = 68,94$	

Zawartość wody dostępnej dla roślin ( $pF\ 2,0-4,2$ ), określona jako potencjalna retencja użyteczna (PRU), była prawie dwukrotnie większa w przypadku profili nr 1 i 2 niż profili nr 3 i 4 (tab. 2). Wartości efektywnej retencji użytecznej (ERU) były zaś około trzykrotnie większe w profilach słabo zmurszałych niż w silnie zmurszałych (tab. 2). Uwagę zwraca również fakt ponad dwukrotnie wyższej zawartości porów dużych w profilach nr 3 i 4 w stosunku do profili nr 1 i 2. Korzystniejsze właściwości retencyjne wykazują więc profile nr 1 i 2 w porównaniu do pozostałych. W glebach silnie przesuszonych wzrasta zatem przepuszczalność, a także zwiększa się mikroporowatość poziomów organicznych, z czym związany jest wyraźny spadek ilości



wody dostępnej dla roślin. Wyraźnie widoczny jest wpływ procesu murszowego na właściwości wodne badanych utworów. Wielkości potencjalnej retencji użytecznej (PRU), wyrażonej w mm opadu, obliczone dla 35 cm warstwy gleby, potwierdzają obniżanie się zdolności retencyjnych silnie zmurszałych poziomów profilów nr 3 i 4 w stosunku do uwilgotnionych poziomów profilów nr 1 i 2 (tab. 2).

## WNIOSKI

Silne przesuszenie powierzchniowych poziomów gleb intensyfikuje proces humifikacji materii organicznej i prowadzi do spadku ich porowatości i kurczliwości oraz wzrostu przepuszczalności wodnej.

Rozwój procesu murszowego prowadzi do zmian udziału poszczególnych grup porów, czego wynikiem jest pogorszenie zdolności retencyjnych gleb silnie przesuszonych oraz wyraźne obniżenie dostępności wody dla roślin.

## LITERATURA

- GOTKIEWICZ B., 1996: Problematyka gleb hydrogenicznych w warunkach Polski. Szkoła letnia z zakresu gleb hydrogenicznych. Olsztyn-Osowiec-Biebrza, 65-72.
- MATUSZKIEWICZ W., 2002: Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. PWN, Warszawa.
- OKRUSZKO H., 1957: Zagadnienia degradacji torfowisk na tle właściwości fizycznych oraz żyzności torfu. Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol., 10, 37-72.
- OKRUSZKO H., 1976: Zasady rozpoznawania i podziału gleb hydrogenicznych z punktu widzenia potrzeb melioracji. IMUZ Bibl. Wiad. 52, 7-54.
- OKRUSZKO H., PIĄSIK H., 1990: Charakterystyka gleb hydrogenicznych. Wyd. ART.
- SAPEK B., SAPEK A., 1986: Wykorzystanie wyciągu 0,5 M wodorotlenku sodowego do charakterystyki substancji humusowych utworów organicznych. Rocz. Glebozn. 37, 2-3, 139-147.
- Soil Taxonomy, a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. 1975. Soil Survey Staff. USDA Handb. 436, U.S. Government Printing Office, Washington.
- STANKIEWICZ A., 1983: Właściwości chemiczne gleb torfowych łąkowej części torfowiska źródłiskowego koło Przedmościa. Praca magisterska, Wrocław.
- Systematyka Gleb Polski. 1989. Rocz. Glebozn., 40, 3-4, 1-150.
- TOMASZEWSKI J., 1935: Gleby błotne Polesia. Materiały do poznania gleb polskich. 4, Puławy.
- TOMASZEWSKI J., 1969: Gleby łąkowe. PWRiL, Warszawa.
- World References Base for Soil Resources. 1988. FAO World Soil Resources Report 84, Rome: 1-168.



*Artur Szymańczyk*

Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski

## HYDROGRAFIA RZEKI LUBSZY

### HYDROGRAPHY OF THE LUBSZA RIVER

**Słowa kluczowe:** Lubsza, rzeka, dopływ, ujście, źródło.

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono hydrografię rzeki Lubszy. Opisano bieg rzeki oraz wszystkich jej dopływów. Przedstawiono miejsca źródeł i ujść, długości poszczególnych cieków, przepływy oraz tereny zlewni. Wyjaśniono kwestie nazwy niektórych cieków.

**Key words:** Lubsza, river, tributary, source, estuary.

**Summary:** In article was presented the hydrography of river Lubsza. River Lubsza route and all her tributaries were described. The places of sources and estuaries, length the rivers, flows and grounds drainage basins were presented. Problems of some river names it were explained.

## WSTĘP

Lubsza to piękna, regionalna, nieduża polska rzeka. W swoim dorzeczu wraz z dopływami tworzy bardzo urokliwe tereny. Od niepamiętnych czasów ludzie zamieszkujący tereny nadlubszańskie współżyją z rzeką, która tworzy im przepiękne tereny, daje pracę, ale również niekiedy powoduje szkody. Pomimo jej dużego znaczenia w regionie praktycznie nie ma rzeczowych publikacji na jej temat. A te nieliczne, które istnieją, są bardzo skąpe i tworzą wielki chaos rzeczowy. Niniejszy artykuł ma na celu przedstawienie, usystematyzowanie i uporządkowanie hydrografii rzeki Lubszy.

## RZEKA LUBSZA (LUBICA)

Lubsza zwana również Lubicą (szczególnie w dolnym odcinku na terenach gubińskich) jest rzeką położoną w zachodniej części województwa lubuskiego. Jest to rzeka nizinna, III rzędu o długości 67 km, prawostronny dopływ Nysy Łużyckiej. Źródła Lubszy znajdują się w okolicy wsi Olbrachtów (oddalonej o 5 km od miasta Żary), w zbiornikach pokopalnianych węgla brunatnego na wysokości 160 m n.p.m. zachodnich stoków Wzniesień Żarskich. Uchodzi do Nysy Łużyckiej w jej 16 km w







Spadek podłużny Lubszy licząc od źródła do ujścia wynosi 2,2‰ i waha się w granicach od 0,3‰ (w dolnym odcinku) do 4,0‰ (w górnym odcinku) [Stanisławczyk, 1982]. Różnica lustra wody od źródeł do ujścia wynosi 120 metrów, na całej długości znajdują się liczne progi i jazy, które złagodziły spadek koryta. Na rzece nie ma wałów przeciwpowodziowych. Lubsza przepływa przez 13 miejscowości (tab. 1) (rys. 1) i posiada 12 dopływów (tab. 2).

**Tab. 1. Miejscowości, przez które przepływa rzeka Lubsza**

L.p.	Nazwa miejscowości	Kilometraż Lubszy [km]	Lp.	Nazwa miejscowości	Kilometraż Lubszy [km]
1	Olbrachtów	64-66,5	8	Starosiedle	14,5
2	Miłowice	60-61	9	Gębice	13
3	Suchleb	57-58	10	Stargard Gubiński	11
4	Lipinki Łużyckie	53-58	11	Czarnowice	7,5
5	Jasień	36-38,5	12	Pleśno	6
6	Lubsko	28-31	13	Gubin	0-2,5
7	Mierków	25			

Na rzece znajduje się pięć kanałów tzw. młynówek, które zostały wykopane w celu zasilania młynów wodami Lubszy. Oto młynówki na Lubszy: Mierków (długość 2 km), Jałowice (2,25 km), Starosiedle (2,2 km), Gębice (1,1 km) i Stargard Gubiński (2,9 km). Na rzece w 6 km jej biegu istnieje wodowskaz we wsi Pleśno. Średni roczny przepływ w rzece wynosi około 3,4 m<sup>3</sup>/s [Roczniki hydrologiczne].

Dorzecze Lubszy leży na terenie trzech powiatów, głównie żarskiego, częściowo krośnieńskiego i zielonogórskiego, jednocześnie obejmuje swoim zasięgiem 10 gmin: Bobrowice, Brody, Gubin, Jasień, Lipinki Łużyckie, Lubsko, Nowogród Bobrzański, Tuplice, Trzebiel i Żary. Teren całej zlewni zamieszkuje około 66 600 ludzi [Szymańczyk, 2001].

## DOPLÝWY RZEKI LUBSZY

W tabeli 2 przedstawiono wszystkie dopływy Lubszy, zarówno pierwszego, jak i dalszego rzędu, ich długości oraz miejsca ujść. W dalszej części są one opisane.

### Sienica (Rów Sieniawski)

Sienica, zwana również Rowem Sieniawskim, swoje źródła bierze w okolicach wioski Grabik. Jest to prawy dopływ Lubszy o długości 7,5 km. Nie posiada żadnego większego dopływu, tylko szereg dopływających mniejszych cieków, rowów melioracyjnych. Przepływa przez jedną miejscowość Sieniawę Żarską na długości około 3,5 km i uchodzi w Lipinkach Łużyckich do Lubszy w jej 54,4 km. Jej spadek podłużny wynosi 2,7‰. Koryto przy ujściu do Lubszy ma szerokość 1,5 m. Przepływ w dniu 14.10.2003 roku wynosił 0,057 m<sup>3</sup>/s. Zlewnia Sienicy zajmuje powierzchnię około



1900 ha, z czego 85% powierzchni to łąki i pola uprawne, a pozostałe 15% to tereny zabudowane i lasy. Spadek podłużny zlewni wynosi 2,2‰. W zlewni znajduje się jedna miejscowość Sieniawa Żarska (1100 mieszkańców) oraz zakład produkcji płyt i wyrobów drewnopodobnych „Kronopol”.

**Tab. 2. Dopływy Lubszy**

L.p.	Nazwa dopływu	Długość dopływu [km]	Miejsce ujścia [km]	L.p.	Nazwa dopływu	Długość dopływu [km]	Miejsce ujścia [km]
1	Sienica	7,5	54,4	6	K. Granica	5,8	31,5
2	Rów Górecki	6,2	53,1	7	K. Młyński	6,1	28,7
3	Uklejna	8,5	45,85	8	Kurka	18,5	26,1
4	Makówka	10,5	34,85	8a	Równia	8,85	12,0
5	Ług	22,4	33,3	8b	K. Błotny	8,2	2,5
5a	K. Zabłocki	3,3	10,65	9	Tymnica	29,5	21,85
5b	Wieprzyk	6,5	8,6	10	Strąg	22,2	20,35
5c	K. Tucholski	2,9	5,15	10a	Wydzina	13,4	11,0
5d	Widunia	7,5	2,85	11	Golca	20,8	6,52
5d1	Szyszyzna	13,7	4,05	11a	Rytwina	9,4	15,8
5d2	Korzenna	8,3	3,95	12	Welmica	19,5	3,75
5e	K. Wicina „B”	5,3	1,45				

### Rów Górecki

Prawostronny dopływ Lubszy, początek bierze w okolicach Grabika. Jego długość to 6,2 km. Przepływa przez wieś Górkę i uchodzi na terenach leśnych w okolicach Lipinek Łużyckich do Lubszy w jej 53,1 km. Nie posiada żadnego większego dopływu tylko szereg dopływających mniejszych cieków, rowów melioracyjnych. Przepływa na przemian przez lasy i kompleksy łąkowo-polne. Spadek podłużny cieku wynosi 5,4 ‰. Szerokość koryta przy ujściu do Lubszy wynosi 1,0 m. Przepływ w dniu 14.10.2003 roku równał się  $0,017 \text{ m}^3/\text{s}$ . Zlewnia zajmuje powierzchnię około 1300 ha, w tym 60% stanowią łąki i pola a 40% lasy. Spadek podłużny zlewni wynosi 2,2‰. W zlewni znajduje się tylko wieś Górka (130 mieszkańców) i częściowo zabudowania wsi Grabik.

### Uklejna (Rów Lubanicki)

Uklejna, zwana również Rowem Lubanickim, to prawy dopływ Lubszy o długości 8,5 km. Na odcinku 3 km przepływa przez miejscowość Lubanice, w której to okolicy ma również swoje źródła. Uchodzi do Lubszy w 45,85 km jej biegu, na terenach leśnych w okolicy Lipska Żarskiego. W górnym biegu przepływa przez łąki i tereny zabudowane, a w dolnym pośród terenów leśnych. Spadek podłużny cieku wynosi 5,5‰. Z Uklejną wiąże się kilka mniejszych rowów odwadniających o dużych spadkach, jednak nie posiada większego dopływu. Koryto przy ujściu ma szerokość 3,0 m. Przepływ w dniu 14.10.2003 roku wynosił  $0,117 \text{ m}^3/\text{s}$ . Zlewnia to powierzchnia

około 2100 ha, gdzie 70% to kompleksy łąkowo-polne, a pozostałe 30% zajmują lasy. Spadek podłużny zlewni wynosi 5,5‰. Na terenie zlewni znajdują się dwie wioski: Lubanice (620 mieszkańców) i Drożków (470).

### **Makówka (Rów Jasiński)**

Makówka, zwana również Rowem Jasińskim, to lewostronny dopływ Lubszy. Uchodzi do niej 34,85 km biegu. Źródła posiada w okolicach Golina, a jej długość to 10,5 km. Sieć hydrograficzna tego cieką jest rozgałęziona i posiada szereg dopływających rowów melioracyjnych. Spadek podłużny cieką wynosi 3,9‰. Nie przepływa przez żadną miejscowość. W górnym biegu płynie przez lasy, po czym wpływa na tereny łąkowe. Koryto przy ujściu ma szerokość 1,5 m. Przepływ w dniu 14.10.2003 roku wynosił 0,058 m<sup>3</sup>/s. Zlewnia jej zajmuje obszar około 1900 ha; w 55% pokryta lasami, a w 45% kompleksem podmokłych łąk i pól. Spadek podłużny zlewni wynosi 6,3‰. W zlewni znajdują się trzy wioski: Jabłoniec (240 mieszkańców), Golin (130), Lisia Góra (140) oraz częściowo tereny zabudowań miasta Jasień.

### **Ług**

Ług to prawostronny dopływ Lubszy, do której uchodzi w 33,3 km jej biegu. Jego długość to 22,4 km, a swój początek bierze w okolicach Włostowa. Posiada dwa większe dopływy; Widunię i Wieprzyk, oraz trzy kanały: Zabłocki, Tucholski i Wicina „B” (tab. 2). Uchodzi do Lubszy w Białkowie, gdzie również początek bierze Kanał Młyński wykorzystując częściowo wody z Ługu. Dolina rzeki to tereny przeważnie podmokłych łąk i pól, tylko w środkowym odcinku to obszar leśny. Ług przepływa tylko przez jedną wieś Białków. Spadek podłużny rzeki wynosi 1,88‰. Koryto przy ujściu ma szerokość około 2,5 m. Zlewnia zajmuje obszar około 15 100 ha, w tym 60% powierzchni stanowią lasy a pozostałą część użytki zielone. Spadek podłużny zlewni wynosi 2,5‰. Na terenie zlewni znajduje się częściowo miejscowość Bieniów (880 mieszkańców) i wioski: Włostów (210), Dąbrowiec (70), Białowice (150), Zabłocie (370), Guzów (220), Wicina (200), Tuchola Żarska (510), Surowa (180), Łukawy (110), Bieszków (140), Biedrzychowice (320), Bieszków (140), Roztoki (60), Mirkowice (180), Białków (180).

### **Kanał Zabłocki**

Jest to kanał o długości 3,3 km bazujący na wodach rzeki Ług i z odwadnianego terenu łąk i pól. Początek bierze w 10,65 km rzeki Ług i wpada ponownie do niej w 6,4 km jej biegu. Spadek podłużny kanału wynosi 0,76‰. Nie przepływa przez żadną miejscowość. Powierzchnia zlewni zajmuje około 450 ha, głównie łąki i pola. W terenie zlewni leżą częściowo zabudowania wioski Zabłocie.



### *Wieprzyk*

Wieprzyk to prawostronny dopływ rzeki Ług o długości 6,5 km. Początek bierze w lasach w okolicach miejscowości Chocimek, a uchodzi w okolicy Tucholi Żarskiej w 8,6 km Ługu. Nie przepływa przez żadną miejscowość. Płyne głównie przez lasy, tylko w ujściowym odcinku wpływa na tereny podmokłych łąk. Spadek podłużny koryta wynosi 0,9‰. Powierzchnia zlewni zajmuje obszar około 1700 ha, z czego 55% stanowią lasy, a 45% podmokłe użytki zielone. Na terenie zlewni nie znajduje się żadna miejscowość.

### *Kanał Tucholski*

Prawostronny dopływ rzeki Ług o długości 2,9 km. Kanał zlokalizowany jest w okolicy wsi Tucholi i odwadnia tamtejsze tereny. Uchodzi do Ługu w 5,15 km jej biegu. Spadek podłużny kanału wynosi 0,45‰. Powierzchnia zlewni to około 600 ha, leżących na terenach podmokłych łąk i pól. W zlewni znajduje się wioska Tuchola Żarska (510 mieszkańców).

### *Widunia*

Widunia swoje źródła bierze z torfowisk koło miejscowości Guzów. Jej długość to 7,5 km. Przepływa głównie przez łąki i pola oraz przez wioskę Wicina. Jako lewostronny dopływ rzeki Ług uchodzi w 2,85 km jej biegu nieopodal wsi Mirkowice. Widunia posiada dwa dopływy: rzeki Szyszyna i Korzenna (tab. 2). Przed miejscowością Wicina znajduje się odnoga Widuni, Kanał Wicina „B”, którym odpływa część wód. Spadek podłużny koryta wynosi 1,1‰. Powierzchnia zlewni to około 5800 ha, w 70% pokryta przez lasy. Na terenie zlewni znajdują się wioski: Guzów, Biedrzychowice, Surowa, Łukawy, Bieszków, Roztoki, Wicina i częściowo Bieniów.

### *Szyszyna*

Lewy dopływ Widuni o długości 13,7 km. Swoje źródła bierze niedaleko wsi Surowa i przepływa przez Bieniów i Biedrzychowice. Posiada szereg drobnych dopływów, a płynie głównie przez tereny leśne. Uchodzi do Widuni w jej 4,05 km w okolicy Wiciny. Spadek podłużny cieków wynosi 5,1‰. Powierzchnia zlewni zajmuje 2800 ha, 65% obszaru zajmują lasy, a pozostałe 35% to użytki zielone. W zlewni znajduje się częściowo miejscowość Bieniów oraz wioski Surowa i Biedrzychowice.

### *Korzenna*

Korzenna to drugi lewostronny dopływ Widuni. Swoje źródła posiada w okolicach miejscowości Łukawy. Jej długość to 6,3 km. Przepływa przez dwie wioski: Łukawy i Roztoki. W górnym odcinku płynie przez tereny leśne, a w dolnym przez podmokłe łąki. Uchodzi do Widuni w jej 3,95 km niedaleko Wiciny. Spadek podłużny cieków

wynosi 6,5%. Powierzchnia zlewni zajmuje około 2400 ha, 70% obszaru zajmują lasy, a pozostałe 30% to użytki zielone. W zlewni znajdują się wioski: Łukawy, Bieszków i Roztoki.

### ***Kanał Wicina „B”***

Jest to sztucznie wykonany kanał, który jest odnogą Widuni w 3,6 km jej biegu. Przed miejscowością Wicina część wód Widuni wpływa do Kanału Wicina „B” opływając Wicinę z lewej strony. Jego długość to 5,3 km. Przepływa przez dwie wioski: Mirkowice i Wicinę. Uchodzi do rzeki Ług jako lewostronny dopływ w 1,45 km jej biegu. Spadek podłużny kanału wynosi 1,1‰. Zlewnia zajmuje powierzchnię 450 ha, prawie w całości pokryta jest podmokłymi łąkami i polami, bo jedynie około 3% to lasy. Na terenie zlewni znajdują się dwie wioski: Wicina (200 mieszkańców) i Mirkowice (180).

### **Kanał Granica**

Jest to kanał o długości 5,8 km, który uchodzi do Lubszy w 31,5 km jej biegu. Odwadnia tereny łąkowe w okolicy wsi Stara Woda. Obecnie na terenie zlewni Kanału Granica powstaje przeciwpowodziowy zbiornik retencyjny.

### **Kanał Młyński**

Jest to sztuczny kanał o długości 6,1 km, wykonany w celu napędu młynów. Początek bierze w wiosce Białków jako odnoga rzeki Ług. Wpada do Lubszy w 28,7 km poniżej miasta Lubska. Przepływa głównie przez łąki oraz wieś Nowiniec. Jest źródłem dla hodowlanych stawów rybnych w Nowińcu. Posiada jeden dopływ, sztucznie wykonany kanał przeciwpowodziowy o długości 1,1 km w mieście Lubska.

### **Kurka (Górzynka)**

Kurka zwana także Górzynką to prawostronny dopływ Lubszy, do której uchodzi w 26,1 km. Swoje źródła bierze z jeziora Jańsko (Strużka), w okolicy wioski Strużka. Jej długość wynosi 18,5 km; w znacznej części jest uregulowana i powiązana z siecią rowów melioracyjnych. Posiada dwa większe dopływy: Równia i Kanał Błotny (tab. 2). W górnym odcinku płynie przez lasy, a dalej przez podmokłe kompleksy łąk. Nie przepływa przez żadną miejscowość. Jej spadek podłużny to 0,34‰. Koryto przy ujściu ma szerokość 1,1 m. Przepływ w dniu 14.10.2003 roku wynosił 0,1 m<sup>3</sup>/s. Zlewnia zajmuje powierzchnię około 9800 ha, w tym 80% przypada na lasy, a 20% to podmokłe użytki zielone. Spadek podłużny zlewni wynosi 1,1‰. Na terenie zlewni znajdują się następujące wioski: Janiszowice (180 mieszkańców), Strużka (150), Dęby (70), Chocicz (350), Chocimek (170), Lutol (290), Małowice (90), Mokra (80), Gozdno (10) i Górzyn (910) oraz częściowo tereny miasta Lubska.



### ***Równia***

Lewostronny dopływ Kurki, wpada do niej w okolicach wsi Chocimek w 14 km jej biegu. Źródła bierze w okolicach wioski Małowice. Przepływa przez Chocicz oraz głównie przez podmokłe łąki, z których spływa szereg rowów melioracyjnych. Spadek podłużny koryta wynosi 0,58‰. Zlewnia zajmuje około 4100 ha, z czego 70% zajmują lasy, a pozostałe tereny to głównie kompleksy podmokłych łąk. W zlewni leżą cztery wioski: Chocicz (350 mieszkańców), Chocimek (170), Małowice (90), Mokra (80).

### ***Kanal Błotny***

Początek bierze w okolicach byłego Państwowego Gospodarstwa Rolnego Lutol. Przepływa głównie przez podmokłe tereny łąkowe. Ma długość 2,5 km. Spadek podłużny kanału to 0,49‰. Powierzchnia zlewni wynosi około 1200 ha, praktycznie w całości pokryta terenami podmokłych łąk. W zlewni kanału leży wioska Lutol (290).

### **Tymnica (Rzeczycą)**

Tymnica, zwana również Rzeczycą, uchodzi do Lubszy w 22,5 km jej biegu. Niektóre źródła podają, iż są to dwie różne rzeki. Można wywnioskować, iż ich punkt wspólny to przepływowe jezioro Żurawno, czyli ciek przepływając przez jezioro zmienia nazwę z Rzeczycy na Tymnicę, co wydaje się niezbyt logiczne. Dlatego w poniższym opisie jest on uwzględniany jako jeden ciek. Długość jego wynosi 29,5 km, a spadek podłużny 2,8‰. Źródła znajdują się w okolicy wsi Chudzowice. Przepływa przez wioski Dębinka, Grabówek, Nowa Rola. Rzeka nie posiada żadnych większych dopływów, ale jest powiązana gęstą siecią rowów melioracyjnych dopływających do nich z obydwu stron. Przepływa głównie przez tereny leśne, tworząc wąską dolinę przepięknie meandrując. Tylko w ujściowy odcinku wpływa na podmokłe łąki. Tymnica jest połączona kanałem ze rzeką Strąg w celu wykorzystywania jej wód do hodowlanych stawów rybnych usytuowanych na Stragu. Koryto przy ujściu ma szerokość 1,5 m. Przepływ w dniu 14.10.2003 roku wynosił 0,15 m<sup>3</sup>/s. Zlewnia zajmuje obszar około 10 500 ha z czego 60% to tereny leśne, a pozostałe 40% to podmokłe kompleksy łąkowo-polne. W dorzeczu znajduje się jezioro Chełmno i szereg małych śródleśnych zbiorników. Spadek podłużny zlewni wynosi 3,3‰. W zlewni leżą następujące wioski: Chudzowice (100 mieszkańców), Dębinka (310), Matuszowice (80), Chlebice (40), Grabów (160), Bronice (120), Zieleniec (70), Jasionna (60), Jurzyna (80), Drzeniów (200), Nowa Rola (130), Świbinki (140), Dłużek (310), Tarnów (50), Chełm Żarski (90) i pld.-zach. część Lubska.

### **Strąg (Jeziorna)**

Rzeka Strąg, zwana również Jeziorną to lewostronny dopływ Lubszy, do której uchodzi w 20,35 km jej biegu. Ma długość 22,2 km. Źródła znajdują się w okolicach wsi Kałki. Posiada jeden większy dopływ, ciek Wydżina (tab. 2) i szereg mniejszych rowów. Praktycznie przez cały bieg przepływa przez lasy, tylko niekiedy wpływając na



podmokłe łąki. Tworzy piękne meandry w wąskiej dolinie, rozszerzając się w ujściowym odcinku. Jest źródłem zasilania stawów hodowlanych. Nie przepływa przez żadną miejscowość. Spadek podłużny rzeki to 3,3‰. Koryto w ujściowym odcinku jest rozdzielone na odpływ obok stawów i ze stawów. Zlewnia rzeki zajmuje około 8900 ha. Z powierzchni tej 90% przypada na lasy, a 5% na użytki zielone. Łąki w dolinie są rozproszone i zalegają niewielkimi powierzchniami, tworząc na ogół enklawy śródleśne. Spadek podłużny zlewni wynosi 4,6‰. Na terenie zlewni znajduje się miejscowość Tuplice (1500 mieszkańców) oraz wioski: Kałki (100), Jagłowice (100), Chełmica (240), Cielmów (370), Rytwiny (110), Łazy (160), Czerna (100), Gręzawa (140) i Proszów (70). Istnieje tutaj również szereg zbiorników pokopalnianych w okolicach Tuplic oraz śródleśnych jezior: Niwa, Płytkie, Głębokie, Drutów (Proszów).

### **Wydzina**

Prawostronny dopływ rzeki Strag, do której uchodzi w 11 km. Długość cieką to 13,4 km. Swoje źródła posiada w okolicach wsi Chełmicy. Przepływa przez wioski Czerna i Gręzawa. Spadek podłużny koryta wynosi 5,3‰. Zlewnia zajmuje obszar około 3500 ha, w 65% pokryta przez lasy, a w 35% przez kompleksy leśno-łąkowe. W dorzeczu leżą wioski: Rytwiny (110 mieszkańców), Cielmów (370), Czerna (100), Łazy (160), Gręzawa (140).

### **Golca**

Uchodzi do Lubszy jako prawy dopływ w 6,52 km w okolicach miejscowości Pleśno. Ma długość 20,8 km, a źródła w okolicach Mierkowa. Golca przepływa głównie przez podmokłe tereny łąk i bagnisk, pomiędzy terenami leśnymi. Ma jeden dopływ, ciek Rytwina (tab. 2). Nie przepływa przez żadną miejscowość, ale zasila swoimi wodami hodowlane stawy rybne. Jej spadek podłużny to 1,62‰. Koryto przy ujściu ma szerokość 2,0 m. Przepływ w dniu 14.10.2003 roku wynosił 0,21 m<sup>3</sup>/s. Powierzchnia zlewni zajmuje około 9900 ha. Lasy zajmują 70% obszaru, pozostałe 30% to tereny łąkowo-polne. Spadek podłużny zlewni wynosi 1,2‰. W zlewni rzeki leżą następujące wioski: Raszyn (220 mieszkańców), Osiek (150), Grabków (240), Dąbrowa (170), Tymienice (100), Kałek (50), Wełmice (210), Dobrze (40), Łazy (70), Chęciny (40), Chociejów (80), Dobrzyń (120) i częściowo Czarnowice (330).

### **Rytwina**

Prawostronny dopływ Golcy o długości 9,4 km. Jej źródła znajdują się w okolicach wsi Wełmice. Płyne przez podmokłe łąki na całej długości. Przepływa przez dwie miejscowości, Tymienice i Grabków. Jej spadek podłużny to 0,61‰. Powierzchnia zlewni wynosi około 3300 ha. Obszar 70% zajmują tereny leśne, a pozostałe 30% to tereny łąkowo-polne. W zlewni rzeki leżą wioski: Grabków (240 mieszkańców), Osiek (150), Dąbrowa (170), Tymienice (100), Kałek (50) i Wełmice (210).



### Welmica (Młynna)

Welmica, zwana również Młynną, to prawostronny dopływ Lubszy o długości 19,5 km. Uchodzi do Lubszy w 3,75 km jej biegu w okolicach Żenichowa. Szerokość koryta przy ujściu to 1,5 m. Wypływa z Jeziora Welmickiego w okolicach wsi Welmice i Przychów. Jej spadek podłużny to 1,2‰. Przepływa na przemian przez kompleksy leśne i łąkowe. Nie posiada żadnego większego dopływu, tylko szereg mniejszych cieków, rowów melioracyjnych. Przepływa przez wioski Kaniów, Zawadę i Żenichów. Koryto przy ujściu ma szerokość około 1,5 m. W dniu 14.10.2003 roku koryto było wyschnięte. Powierzchnia zlewni zajmuje 8000 ha, z czego 70% pokryte jest lasami, a pozostałe tereny to głównie podmokłe łąki i pola. W zlewni rzeki znajdują się następujące wioski: Przychów (110 mieszkańców), Grochów (90), Kaniów (90), Przyborowice (50), Pole (170), Zawada (80), Bieżyce (350) i Żenichów (150).

### LITERATURA

IMGW, Roczniki hydrologiczne.

STANISŁAWCZYK J., KAPAŁA A., 1981: Studium stosunków wodnych międzyrzecza Nysy Łużyckiej, Lubszy i Strąga. Natura zeszyt IV, PTPNoZ oddz. Ziemi Lubuskiej, Zielona Góra.

SZYMAŃCZYK A., 2003: Charakterystyka dorzecza Lubszy i proponowane kierunki ekologicznego rozwoju. Zeszyty Naukowe Budownictwo 38. Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra.

*Artur Szymańczyk*

Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski

## OCHRONA PRZED POWODZIĄ W DOLINIE LUBSZY

### FLOOD CONTROL IN THE VALLEY OF LUBSZA RIVER

**Słowa kluczowe:** rzeka Lubsza, zagrożenie powodziowe, zbiornik retencyjny.

**Streszczenie:** W artykule opisano zagrożenia powodziowe w dolinie rzeki Lubszy oraz stan obecnego zabezpieczenia przeciwpowodziowego miast Jasienia, Lubsko i Gubina. Przedstawiono planowany sposób rozwiązania zagrożenia powodziowego poprzez budowę w zlewni rzeki czterech zbiorników retencyjnych.

**Key words:** river Lubsza, flood threat, reservoir.

**Summary:** In article was described flood threat in the valley of Lubsza river and state flood protection of cities: Jasień, Lubsko and Gubin. Method the solutions of flood threat across building four reservoirs in river basin was introduced.

## WSTĘP

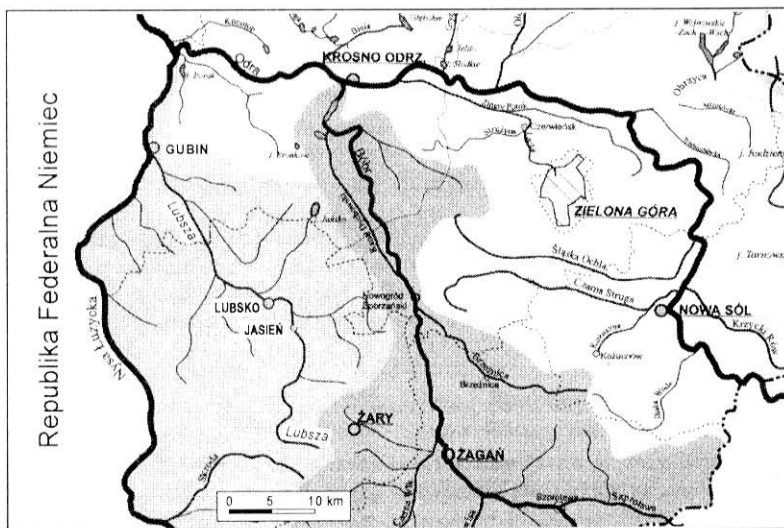
Powódź w 1997 roku na Odrze wykazała zły stan infrastruktury wodnej na polskich rzekach i w ich dolinach. Wielkość strat w roku 1997 wzmogła działania w kierunku poprawy bezpieczeństwa ludności zamieszkującej nie tylko doliny głównych rzek Polski, ale również mniejszych rzek regionalnych. W dotychczasowych działaniach na dalszy plan schodziły mniejsze rzeki, które jednak bardzo często powodowały straty, najczęściej podczas wiosennych roztopów. W wyniku większych nakładów rozpoczęto również budowę lub modernizację infrastruktury hydrotechnicznej na mniejszych rzekach w Polsce. Dzięki temu rozpoczęto działania w dolinie Lubszy, które mają na celu wyeliminowanie zagrożeń powodziowych powodowanych przez wody rzeki i jej dopływów. Zagrożenie powodziowe występuje szczególnie w trzech miastach, przez które przepływa Lubsza oraz na terenach rolniczych w dorzeczu.

## RZeka LUBSZA

Lubsza to rzeka położona w zachodniej części województwa lubuskiego na terenie trzech powiatów: żarskiego, krośnieńskiego i zielonogórskiego. Jej dolina rozciąga się pomiędzy Wzniesieniami Żarskimi i Gubińskimi (rys. 1.) Jest to rzeka III rzędu o



długości 67 km, prawostronny dopływ Nysy Łużyckiej. Rzeka jest częściowo uregulowana w dolnym odcinku. W górnym i środkowym odcinku płynie głównie przez tereny leśne, gdzie meandrując tworzy przepiękne krajobrazy. Dorzecze Lubszy zajmuje powierzchnię 914 km<sup>2</sup>. Przepływa przez miasta Jasień, Lubsko i Gubin oraz kilkanaście mniejszych wiosek i miejscowości.



Rys. 1. Położenie rzeki Lubszy

## SYTUACJA POWODZIOWA GŁÓWNYCH MIAST LUBSZY

### Jasień

Lubsza przepływa przez miasto Jasień na odcinku około 2,5 km. Na początku przepływa przez tereny leśno-parkowe, aby w dalszym biegu wpłynąć w obszar zabudowań miejskich. Na terenie miasta brak jest wałów przeciwpowodziowych. Podczas wielkich wezbrań, szczególnie w czasie wiosennych roztopów, ma miejsce występowanie wody z koryta rzeki. Powoduje to podtopienia, przeważnie na posesjach przy ulicy Piwnej, Świerczewskiego oraz Młyńskiej. Wielkie wezbrania stwarzają również zagrożenie powodziowe dla terenów rolniczych położonych w dolinie rzeki poniżej Jasienia przy ujściu dopływu Młynówka. Przyczyną tego są nieodpowiednie parametry koryta rzeki i budowli w nim usytuowanych, a szczególnie jazu w Białkowie.

### Lubsko

Lubsza przepływa przez miasto Lubsko na odcinku około 2,1 km. W mieście znajdują się jeszcze dwa sztucznie wybudowane kanały, tj. Kanał Młyński i Kanał

Pożarowy. Na terenie Lubska nie ma wałów przeciwpowodziowych z uwagi na praktyczny brak miejsca do ich budowy, z racji bliskości zabudowań. O przepustowości Lubszy decyduje odcinek rzeki od ul. Chopina do pl. Przyjaźni. Obecnie przez miasto Lubsko może maksymalnie przepłynąć wraz z wodami brzegowymi  $17,6 \text{ m}^3/\text{s}$  [Praca zbiorowa, 1994]. Koryto Lubszy jest zdolne przeprowadzić  $15,6 \text{ m}^3/\text{s}$  i Kanał Młyńskim poprzez Kanał Pożarowy  $2 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Kanał Młyński w stanie obecnym przeprowadzić może maksymalnie  $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ . Decyduje o tym odcinek od stopnia w Nowińcu do młyna w Lubsku, gdzie odcinkami brak grobli. Również wysoko położone dno od jazu rozdzielczego w Białkowie do stopnia w Nowińcu uniemożliwia przejście większej ilości wód.

Kanał Pożarowy posiada przepustowość rzędu  $5,0 \text{ m}^3/\text{s}$ . Przepływ przez kanał odbywa się tylko w przypadku wysokich wód. Zasilanie kanału przewidziane jest wpustem w postaci jazu w lewym brzegu Młynówki. Dodatkowo na odcinku miejskim kanał połączony jest z Lubszą przepustem zrzutowym. Oba te zasilania nie mają większego wpływu na przepływ wielkich wód przez miasto, ponieważ o przepustowości decyduje wyżej wspomniany odcinek Lubszy oraz wielkość przepływu w Kanale Młyńskim.

Wg obowiązujących przepisów [Rozporządzenie MOŚZNiL] miasto Lubsko powinno być chronione przez budowle wodne II klasy. Przepływ miarodajny powinien odpowiadać wielkiej wodzie o prawdopodobieństwie wystąpienia  $p = 1,0\%$ , a przepływ kontrolny o prawdopodobieństwie  $p = 0,3\%$ . Na terenie miasta przepływ wód prawdopodobnych wynosi

- woda miarodajna  $Q_{1\%} = 30 \text{ m}^3/\text{s}$
- woda kontrolna  $Q_{0,3\%} = 35 \text{ m}^3/\text{s}$

a obecna przepustowość miarodajna przez miasto wynosi  $12,7 \text{ m}^3/\text{s}$ . Obecna przepustowość przez miasto Lubsko jest zatem mniejsza o  $17,3 \text{ m}^3/\text{s}$  w przypadku wód miarodajnych, a odnośnie do maksymalnej przepustowości o  $14,4 \text{ m}^3/\text{s}$ . Wykazuje to dość duże zagrożenie powodziowe Lubska.

W związku z faktem, że koryto Lubszy na terenie miasta nie jest zdolne przepuścić wymaganej wielkiej wody tj.  $30,0 \text{ m}^3/\text{s}$ , planuje się odbudowę koryta Lubszy i wybudowanie kanału ulgi. Odbudowane koryto Lubszy będzie w stanie przeprowadzić  $15,0 \text{ m}^3/\text{s}$ , a pozostałe  $15,0 \text{ m}^3/\text{s}$  przeprowadzi kanał ulgi.

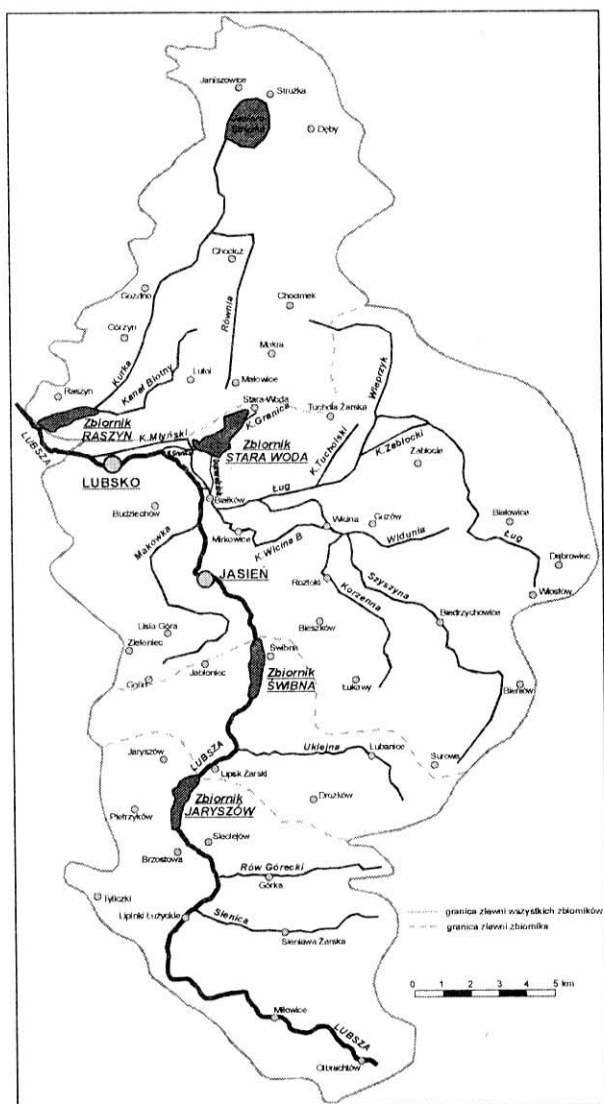
## Gubin

W Gubinie Lubsza uchodzi do Nysy Łużyckiej, której wezbrania mają duży wpływ na stany wód w korycie Lubszy. Na terenie miasta nie ma wałów przeciwpowodziowych. Koryto Lubszy posiada wymiary i umocnienia zapewniające przeprowadzenie wielkich wód powodziowych z całego dorzecza rzeki. Wspomagają to znaczne spadki w ujściowym odcinku rzeki. Jednak w przypadku kulminacji wielkich przepływów w Lubszy i Nysie Łużyckiej następuje utrudniony odpływ wód do Nysy. Następuje cofka sięgająca okolic Żenichowa. Powoduje ona zalewanie i podtapianie użytków przyległych do rzeki na odcinku poniżej miasta Gubina. Również na niektórych odcinkach silnie zdrzewionych powyżej Stargardu Gubińskiego koryto rzeki posiada zbyt małe wymiary do przeprowadzenia wielkich wód.



## PLANOWANE ROZWIĄZANIA ZAGROŻENIA POWODZIOWEGO W DOLINIE LUBSZY

W celu zmniejszenia zagrożenia powodziowego w dolinie Lubszy zaplanowano budowę czterech zbiorników retencyjnych z rezerwą powodziową. Dla zmniejszenia fali powodziowej zaproponowano budowę zbiorników zlokalizowanych w górnym i środkowym odcinku rzeki (rys. 2).



Rys. 2. Planowane zbiorniki przeciwpowodziowe w dolinie rzeki Lubszy

W okolicach wiosek Jaryszów i Świbna planowane są zbiorniki suche, a niedaleko Raszyňa i Starej Wody zbiorniki stałe z rezerwą powodziową (rys. 2).

### Zbiornik Jaryszów

Zbiornik Jaryszów planowany jest jako zbiornik suchy o formie retencji niesterowanej. Wybudowana zapora zbiornika suchego zamknie dolinę Lubszy. Będzie posiadała stałe otwarty upust denny, przez który woda będzie swobodnie przepływała jak przez przepust. Dlatego w czasie normalnych przepływów zbiornik będzie pusty. W momencie nadejścia wezbrania, gdy dopływ stanie się większy od wydatku upustu, woda zacznie się piętrzyć w zbiorniku. W zależności od wielkości wezbrania zbiornik wypełni tylko częściowo lub przekroczy krawędź przelewu. Wtedy dojdzie do jednoczesnego odpływu przez upust i przelew. W tabeli 1 podano charakterystyczne parametry zbiornika.

Dla wielkiej wody o prawdopodobieństwie pojawienia się raz na 100 lat czas przejścia przez zbiornik wynosi 3 doby, a czas opróżnienia zbiornika około 5 dób. Natomiast dla wody o prawdopodobieństwie pojawienia się raz na 10 lat czas przejścia wielkiej wody wynosić będzie 37 godzin, a czas opróżnienia zbiornika około 2 doby. Zbiornik Jaryszów zmniejszy przepływ szczytu fali powodziowej o około  $6,0 \text{ m}^3/\text{s}$ .

**Tab. 1. Charakterystyczne parametry zbiornika Jaryszów**

Nazwa parametru	Jednostka	Wielkość
Długość zbiornika	km	2,3
Maksymalna głębokość	m	7,0
Maksymalna pojemność	tys. $\text{m}^3$	830
Maksymalna powierzchnia zalewu	ha	28
Średnia szerokość zalewu	m	125

### Zbiornik Świbna

Zbiornik Świbna jest planowany w dolinie Lubszy jako zbiornik suchy. Powierzchnia czaszy zbiornika przy maksymalnej rzędnej zalewu wynosi 44 ha, w tym około 32 ha stanowią użytki leśne. Dla wielkiej wody o prawdopodobieństwie pojawienia się raz na 100 lat ( $p = 1\%$ ), czas przejścia fali powodziowej wynosi 70 godzin, a czas opróżnienia zbiornika wyniesie około 5 dób. Powyższe dane odnoszą się do przypadku, gdy nie ma zbiornika Jaryszów. Zbiornik Świbna bez uwzględnienia współpracy ze zbiornikiem Jaryszów złagodzi falę powodziową o wartość przepływu  $Q = 7,6 \text{ m}^3/\text{s}$ .



Tab. 2. Charakterystyczne parametry zbiornika Świbna

Nazwa parametru	Jednostka	Wielkość
Długość zbiornika	km	2,4
Maksymalna głębokość	m	4,5
Maksymalna pojemność	mln m <sup>3</sup>	1,02
Maksymalna powierzchnia zalewu	ha	44
Średnia szerokość zalewu	m	185

### Zbiornik Stara Woda

Zbiornik Stara Woda przewiduje się jako zbiornik retencyjny z rezerwą powodziową. Położony on będzie na terenie użytków rolnych w obrębie wsi Białków i Stara Woda. Czaszę zbiornika w przeważającej części wypełniają grunty organiczne. Grunty organiczne z terenu zbiornika przewiduje się usunąć (ok. 850 tys. m<sup>3</sup>) z wykorzystaniem ich do użytku rolnych i rekultywacji terenów zdewastowanych.

Napełnienie wodą zbiornika następować będzie głównie z rzeki Ług projektowanym doprowadzalnikiem o długości 1,5 km oraz rurociągiem grawitacyjnym z Kanału Młyńskiego. Na doprowadzalniku zlokalizowano szereg budowli, jak przepusty drogowe, progi oraz budowlę sterującą na wlocie z rzeki Ług. Budowla sterująca o konstrukcji żelbetowej stanowić będzie samoczynny przelew. Dno przelewu wykonane będzie na rzędnej umożliwiającej przepływ wielkich wód z rzeki Ług. Odprowadzenie wody ze zbiornika następować będzie kanałem Granica do rzeki Lubszy. Powierzchnia stałego zwierciadła wody pokrywa się z powierzchnią, z której przewiduje się usunąć utwory organiczne. Całkowite opróżnienie zbiornika może nastąpić po 6 dobach. Zbiornik Stara Woda złagodzi falę powodziową w rzece Lubszy o wartość przepływu  $Q = 5,3 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Tab. 3. Charakterystyczne parametry zbiornika Stara Woda

Nazwa parametru	Jednostka	Wielkość
Powierzchnia stałego zwierciadła wody	ha	66
Powierzchnia maksymalnego zwierciadła wody	ha	98
Pojemność zbiornika stałego	tys. m <sup>3</sup>	850
Pojemność retencyjna [przeciwpowodziową]	tys. m <sup>3</sup>	821
Długość zbiornika przy maksymalnej powierzchni	km	2,35
Średnia szerokość zbiornika	m	420

### Zbiornik Raszyn

Zbiornik Raszyn to zbiornik retencyjny z rezerwą powodziową zlokalizowany w dolinie rzeki Kurki – prawostronnego dopływu Lubszy. Na obszarze zbiornika występują torfy średnio rozłożone. Grunty organiczne z terenu czaszy przewiduje się usunąć i podobnie jak w zbiorniku Stara Woda, przeznaczyć je do użytku rolnych bądź rekultywacji terenów zdewastowanych. Zbiornik Raszyn ma na celu

przejęcie wód ze zlewni rzeki Kurki, co przyczyni się do złagodzenia fali powodziowej w dolnym odcinku rzeki Lubszy.

**Tab. 4. Charakterystyczne parametry zbiornika Raszyn**

Nazwa parametru	Jednostka	Wielkość
Powierzchnia stałego zwierciadła wody	ha	61,6
Powierzchnia maksymalnego zwierciadła wody	ha	74
Pojemność zbiornika stałego	mln m <sup>3</sup>	1,0
Pojemność retencyjna [przeciwpowodziowa]	tys. m <sup>3</sup>	678
Długość zbiornika przy maksymalnej powierzchni	km	1,98
Średnia szerokość zbiornika	m	375

## PODSUMOWANIE

Wybudowanie poszczególnych zbiorników przyczyni się do wyeliminowania zagrożenia powodziowego, jakie powoduje obecnie Lubsza w dolinie rzeki. Zbiorniki Jaryszów i Świbna mają na celu spłaszczenie fali powodziowej poprzez przetrzymanie wód z górnego odcinka rzeki. Zbiornik Stara Woda ma za zadanie przechwycenie wody ze zlewni rzeki Ług. Wody te będą skierowane kanałem doprowadzającym do zbiornika, a następnie Kanałem Ulgi ominą miasto Lubsko i wpłyną do Lubszy. Tym sposobem nastąpi złagodzenie fali powodziowej, odciążenie koryta Lubszy w Lubsku, jak również zmniejszy się piętrzenie na odcinku powyżej Lub ska. Powinno to wyeliminować wystąpienia wód z koryta rzeki w samym Jasieniu i powyżej miasta. Zbiornik Raszyn ma na celu przetrzymanie wód ze zlewni rzeki Kurki. Dzięki temu zostanie złagodzona fala powodziowa w dolnym odcinku Lubszy, co przyczyni się do zmniejszenia zagrożenia dla Gubina i odcinka powyżej miasta. Pozostaje jeszcze nierozwiązana kwestia cofki wód z Nysy Łużyckiej, która powoduje podtopienia poniżej miasta Gubin. Do rozwiązania tego problemu planowano budowę zbiornika retencyjnego w Żenichowie.

Obecnie (kwiecień 2004) trwa tylko budowa zbiornika Stara Woda. Budowa pozostałych zbiorników nie została pozytywnie zaopiniowana do realizacji przez niektórych właścicieli terenów, na których miały być usytuowane te zbiorniki. Oczywiście poprawi to w jakimś stopniu stan ochrony przeciwpowodziowej w dolinie Lubszy, jednak nie rozwiąże jej do końca. Zarówno mieszkańcy Lub ska, jak i Jasienia mogą się czuć nadal zagrożeni. Trzeba mieć jedynie nadzieję, iż w niedługim czasie zostaną podjęte dalsze działania mające na celu całkowite rozwiązanie zagrożenia powodziowego rzeki Lubszy.



## LITERATURA

- Praca zbiorowa, 1994: Zabezpieczenie przeciwpowodziowe miast: Jasienia, Lubska, Gubina położonych w zlewni rzeki Lubszy. Archiwum Lubuskiego Zarządu Melioracji i Urządzeń Wodnych w Zielonej Górze.
- Rozporządzenie MOŚZNiL z dn. 20.12.1996 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać obiekty budowlane gospodarki wodnej i ich usytuowanie. DzU nr 97, poz.111.

*Ryszard Twarowski, Tomasz Gendolla, Ewa Liana,  
Stanisław Kaczmarski, Katarzyna Wostek*  
Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Oddział we Wrocławiu

## DEPOZYCJA ZWIĄZKÓW KWASOTWÓRCZYCH Z OPADEM ATMOSFERYCZNYM NA TERENY DORZECZA ŚRODKOWEJ ODRY I ICH ODDZIAŁYWANIE NA EKOSYSTEMY LEŚNE

### DEPOSITION OF ACID PRECURSORS INCOMING WITH ATMOSPHERIC PRECIPITATION ON AREA OF MIDDLE ODRA RIVER CATCHMENT AND ITS INFLUENCE ON FOREST ECOSYSTEMS

**Słowa kluczowe:** opad atmosferyczny, kwaśna depozycja, ładunki krytyczne, ekosystemy.

**Streszczenie:** W pracy przedstawiono i omówiono wielkość i trendy zmian wnoszonych z opadem atmosferycznym związków kwasotwórczych siarki i azotu na tereny dorzecza środkowej Odry obejmującej obszar od ujścia Nysy Kłodzkiej do ujścia Nysy Łużyckiej. Oceny dokonano na podstawie danych pomiarowych z lat 1994-2002 przeprowadzonych przez IMGW we Wrocławiu w ramach badań monitoringowych chemizmu opadów atmosferycznych na tym obszarze [Twarowski i in., 1994-2002]. Wyniki badań zestawiono w tabelach oraz zobrazowano na wykresach i rysunkach. Podano wielkości charakterystyczne stężeń w opadach i deponowanych ładunków siarczanów, azotynów i azotanów oraz jonów wodorowych w poszczególnych latach, a także odczyn pH opadów. Depozycję siarczanów, azotynów i azotanów porównano do wielkości dopuszczalnych (ładunków krytycznych siarki i azotu) dla gleb terenów zalesionych tj. największej depozycji tych związków niewywołującej zmian chemicznych prowadzących do długotrwałych i szkodliwych skutków dla struktury i funkcjonowania ekosystemów [Mill, 2002]. Na podstawie danych ze wszystkich stacji monitoringowych, wykorzystując metodę przy użyciu komputerowego systemu informacji przestrzennej, przedstawiono graficznie rozkład przestrzenny ilości wprowadzanych siarczanów, azotynów i azotanów oraz jonów wodorowych w 2002 roku na obszar dorzecza środkowej Odry, uwidoczniając rejon o podwyższonych ładunkach oraz zróżnicowanie w powierzchniowym obciążeniu tego obszaru, jak również rozkład sumy opadów

**Key words:** Atmospheric precipitation, acid deposition, critical loads, ecosystems.

**Summary:** The purpose of the study was to bring forward and coverage the problem of estimation of amounts and trends of change in acidic loads (compounds of sulphur and nitrogen) incoming with atmospheric precipitation to



the ground. The measured loads were deposited on area of middle Odra River catchment – exactly on area between the mouth of Nysa Kłodzka and mouth of Nysa Łużycka. The assessment was done on the base of data sequences from above area in years 1994-2002. Data were gathered by IMGW Branch of Wrocław in frame of Study aimed on monitoring of the chemical pollution in atmospheric precipitation [Twarowski et. all, 1994-2002]. The results of monitoring was set down in tables and illustrated on diagrams and figures. Among the results are shown the characteristic amounts of concentration in the atmospheric precipitation and the deposited loads of sulfates, nitrites, nitrates and free  $H^+$  ions, also pH values for successive years of observations. The measured deposited loads of sulfates, nitrites and nitrates were compared to critical loads for soils on afforested areas. According to Mill [2002] the critical loads are the upper level of deposited chemical compounds those do not make damage in ecosystems. Up of critical loads deposition of pollutants bring the long lasting harmful effect on the structure and overall conditions of prosperity the different ecosystems. There have been used all gathered data and methods of GIS System for showing on the computer screen graphical pattern of the spatial distribution of all mentioned compounds of deposition loads in year 2002. Due of that method one can realize: a) where are the regions with higher loads, b) the mosaic structure of chemical pollutants burden and spatial distribution of sums of precipitation.

## WSTĘP

Spośród licznych substancji transportowanych w atmosferze, wyemitowanych w wyniku różnych procesów, zarówno naturalnych, jak i antropogenicznych, szczególne miejsce zajmują związki kwasotwórcze, determinujące kwasowość opadów. Są to głównie kwasotwórcze związki siarki i azotu – dwutlenek siarki i tlenki azotu, które ulegają reakcjom chemicznym z wodą znajdującą się w atmosferze, tworząc mocne kwasy, odpowiednio kwas siarkowy i azotowy, agresywnie oddziałujące na środowisko. Kwaśne opady atmosferyczne mają negatywny wpływ na rośliny, glebę, biosferę, obiekty materialne itp. [Kulisz, 1988]. Kwaśna depozycja może powodować zakwaszenie wód powierzchniowych i przez to wymieranie ryb i roślinności wodnej, zakwaszenie gleb prowadzić do spadku ich żyzności, uwalniania toksycznych metali, uszkodzeń lasów i innych ekosystemów. Może powodować także uszkodzenia budowli i konstrukcji, w tym pomników, zabytków i innych dóbr kultury.

Oddziaływanie kwaśnych opadów ulega ciągłym zmianom zarówno ilościowym, jak i jakościowym. W ostatnich kilkunastu latach zarówno w Polsce, jak i w Europie bardzo wyraźnie zmalała emisja kwasotwórczych związków. Wyraźnie zmniejszyła się też kwasowość opadów [Degórska i in., 2003]. Niemniej kwaśne deszcze stanowią nadal wysoki odsetek opadów.

Wrocławski Oddział IMGW prowadzi badania monitoringowe chemizmu opadów atmosferycznych na obszarze Polski południowo-zachodniej, obejmującym tereny dorzecza środkowej Odry. Podstawowym celem tych badań jest stała kontrola i ocena stanu zanieczyszczenia opadów w tym makroregionie, a w szczególności: określenie stężeń i ładunków zanieczyszczeń zawartych w opadach z podaniem zmienności ich

powierzchniowego obciążenia oraz wpływu warunków meteorologicznych na ich wielkość.

Sieć stacji monitoringowych (rys. 1) oparta jest na bazie istniejących w terenie stacji synoptycznych, klimatologicznych i opadowych IMGW, na których prowadzone są obserwacje i pomiary parametrów meteorologicznych mających istotny wpływ na chemizm opadów atmosferycznych w danym miejscu i czasie. Stacje te zostały wytypowane na podstawie danych klimatycznych, które kwalifikują je jako charakterystyczne dla oceny obszarowego rozkładu zanieczyszczeń, a tym samym dostarczają danych pozwalających na wnioskowanie o zagrożeniu wnoszonymi zanieczyszczeniami nie tylko lokalnie, ale również na większych obszarach.



Rys. 1. Rozmieszczenie stacji pomiarowo-kontrolnych monitoringu chemizmu opadów atmosferycznych na obszarze dorzecza środkowej Odry



Na wszystkich stacjach opady atmosferyczne zbierane są w sposób ciągły i analizowane w cyklach miesięcznych. Zbierane są próbki opadów atmosferycznych całkowitych (bulk), tj. opadów mokrych wraz z suchą sedimentacją. Równolegle z poborem próbek opadów prowadzone są pomiary i obserwacje wysokości i rodzaju opadów, kierunków i prędkości wiatru oraz temperatury powietrza.

Miesięczne próbki opadu całkowitego analizowane są na zawartość związków kwasotwórczych, biogennych i metali (w tym metali ciężkich). Kontrolowany też jest odczyn (pH) opadów i przewodność elektryczna właściwa oraz oznaczana sucha pozostałość, stanowiąca sumę zawartych w opadzie nielotnych substancji organicznych i nieorganicznych.

Wyniki tych badań stanowiły podstawową bazę danych o koncentracji w opadach atmosferycznych kwasotwórczych związków siarki i azotu oraz kwasowości opadów i ich depozycji na tereny dorzecza środkowej Odry, będących przedmiotem niniejszej pracy.

## ZAKRES I METODYKA

Analizie poddano wielkości związków kwasotwórczych siarki i azotu tj. siarczanów, azotynów i azotanów, deponowanych z opadem atmosferycznym na obszarze dorzecza środkowej Odry w okresie lat 1994-2002 oraz jonów wodorowych i odczynu pH opadów. W okresie tym opady atmosferyczne do badań pobierano na 34 stacjach monitoringowych położonych na obszarze dorzecza środkowej Odry (rys. 1); w tym: w roku 1994 na 28 stacjach (bez stacji w Bolesławowie, Głogowie, Ścinawie, Tomaszowie Bolesławieckim, Szczawnie Zdroju i Jaworze); w roku 1995 na 32 stacjach (bez stacji w Bolesławowie i Szczawnie Zdroju); w latach 1996-1998 na 31 stacjach (bez stacji w Otmuchowie, Bolesławowie i Szczawnie Zdroju); w latach 1999-2000 na 33 stacjach (bez stacji w Otmuchowie); w latach 2001-2002 na 27 stacjach (bez stacji w Otmuchowie, Żelechowie, Kaniowie, Łęknicy i Żaganiu).

Opady zbierano za pomocą kolektorów stacjonarnych umieszczonych w ogródkach meteorologicznych stacji na wysokości 1 metra nad poziomem gruntu. Wysokość opadów mierzono za pomocą deszczomierza Hellmana – standardowego urządzenia stosowanego w sieci stacji IMGW. Analizy siarczanów, azotynów i azotanów wykonywano chromatografem jonowym Dionex 120 wg instrukcji aparatu; odczyn pH opadów – aparatem firmy WTW. Masę substancji wprowadzanej przez opady atmosferyczne do podłoża na danej powierzchni w określonym czasie, zależną wprost proporcjonalnie od wielkości opadu i koncentracji w nim danej substancji, obliczano za pomocą poniższego wzoru:

$$L_c = \frac{c \cdot h}{100}$$

$L_c$  – ładunek jednostkowy depozycji danej substancji [w kg/ha·m-c],

$c$  – stężenie danej substancji w miesięcznej próbce opadów [w mg/dm<sup>3</sup>]

$h$  – suma miesięczna wysokości opadów [mm].

Stężenie jonów wodorowych w opadzie obliczano z wartości zmierzonej odczynu pH  $[H^+] = 10^{-pH} \cdot 1000$  [w mg  $H^+$ /dm<sup>3</sup>], a jego depozycje (Lc) wg wzoru jak wyżej.

## WYNIKI I DYSKUSJA

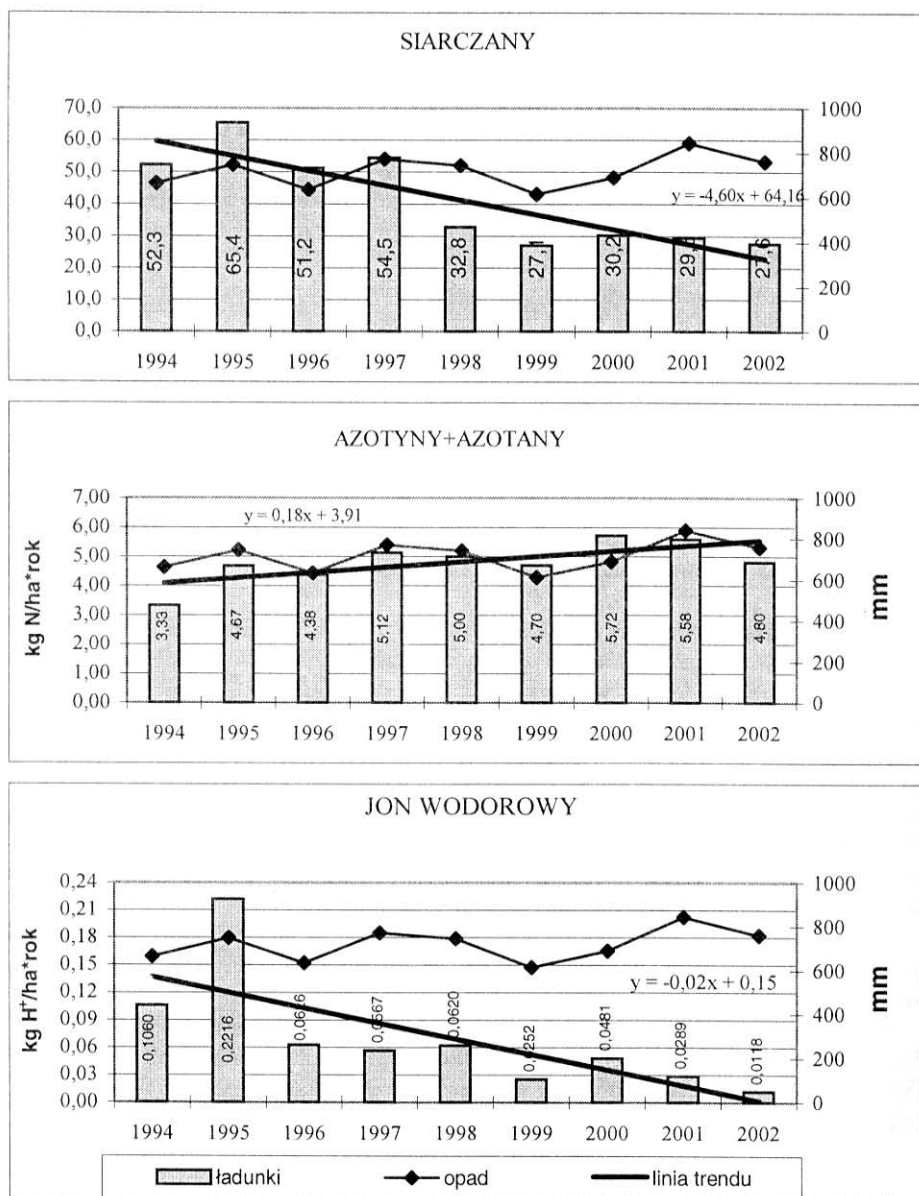
W okresie lat 1994-2002 na obszarze dorzecza środkowej Odry przeprowadzono badania 3276 miesięcznych próbek opadów atmosferycznych. Charakterystyczne (minimalne, maksymalne i średnie) wartości stężeń siarczanów, azotynów i azotanów oraz jonów wodorowych i odczynu pH, jakie wystąpiły w próbkach miesięcznych opadów w omawianym okresie badań na obszarze dorzecza środkowej Odry, podano w tabeli 1. W tabeli tej podano również wielkości charakterystyczne miesięcznie wnoszonych wraz opadami ładunków tych kwasotwórczych substancji oraz liczbę pomiarów próbek średniomiesięcznych opadów w poszczególnych latach. Diagramy wielkości rocznych ładunków jednostkowych (kg/ha rok) siarczanów, azotynów i azotanów oraz jonów wodorowych wniesionych z opadami w omawianych latach na obszar zlewni środkowej Odry oraz średnie roczne sumy wysokości opadów i linie trendu deponowanych ładunków przedstawiono na rys. 2, a na rys. 3 przestrzenne zróżnicowanie na obszarze dorzecza w 2002 roku depozycji tych substancji i wielkość opadów.

Zakresy stężeń analizowanych związków (tab. 1) wskazują na duże zróżnicowanie ich koncentracji w poszczególnych latach. Wyraźnie zmalały w opadach stężenia siarczanów i wolnych jonów wodorowych. W porównaniu 2002 roku do roku 1994 średnie roczne wartości stężeń siarczanów zmalały o ponad połowę (o 57,4%). Stężenia wolnych jonów wodorowych, będących miarą kwasowości opadów, zmalały ponad siedmiokrotnie (od 0,0283 mgH<sup>+</sup>/dm<sup>3</sup> w 1994 roku do 0,0022 mgH<sup>+</sup>/dm<sup>3</sup> w 2002 roku). Średni odczyn pH opadów w poszczególnych latach wzrastał. W 1994 roku wynosił 4,91, a w roku 2002 kształtował się na poziomie 6,08 pH. W przypadku azotynów i azotanów nie ma istotnych zmian ich koncentracji, niemniej w porównaniu do 1994 roku średnie roczne stężenia tych substancji w opadach rosły.

Wnoszone wraz z opadami ładunki siarczanów i wolnych jonów wodorowych wykazują trend malejący, natomiast depozycja do podłoża azotynów i azotanów w poszczególnych latach ma tendencję rosnącą (rys. 2; tab. 1).

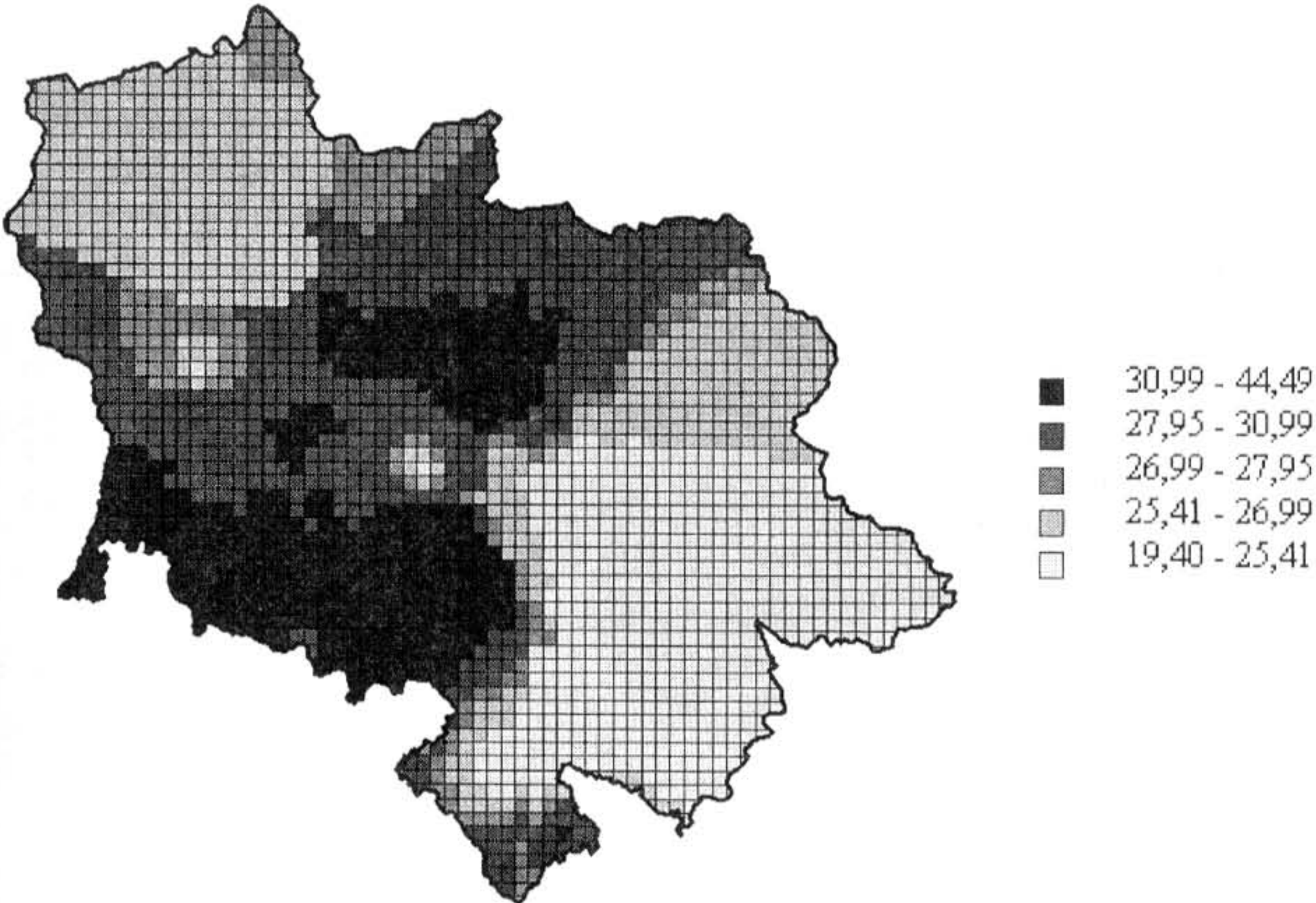
Należy stwierdzić, że roczne wielkości ładunków jednostkowych nie zawsze odpowiadają relacji wielkość opadu – wielkość ładunku. W niektórych przypadkach wiąże się to z większym wpływem koncentracji danej substancji w opadzie niż z wielkością opadów.



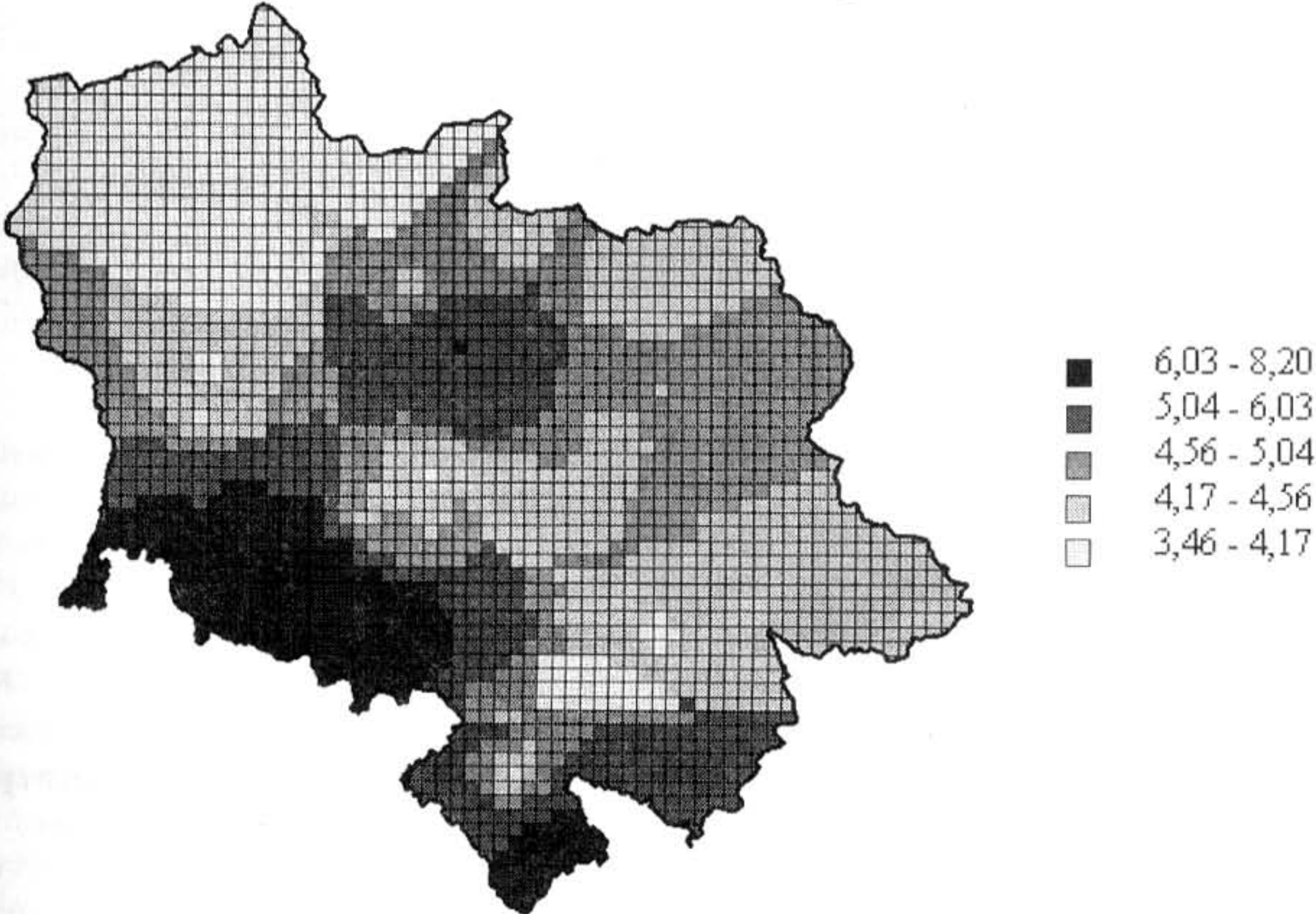


Rys. 2. Ładunki jednostkowe (kg/ha) siarczanów, azotynów i azotanów oraz jonów wodorowych wniesione z opadami w latach 1994-2002 na obszar zlewni środkowej Odry oraz średnie roczne sumy wysokości opadów i linie trendu deponowanych ładunków

SIARCZANY [kg SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>/ha]



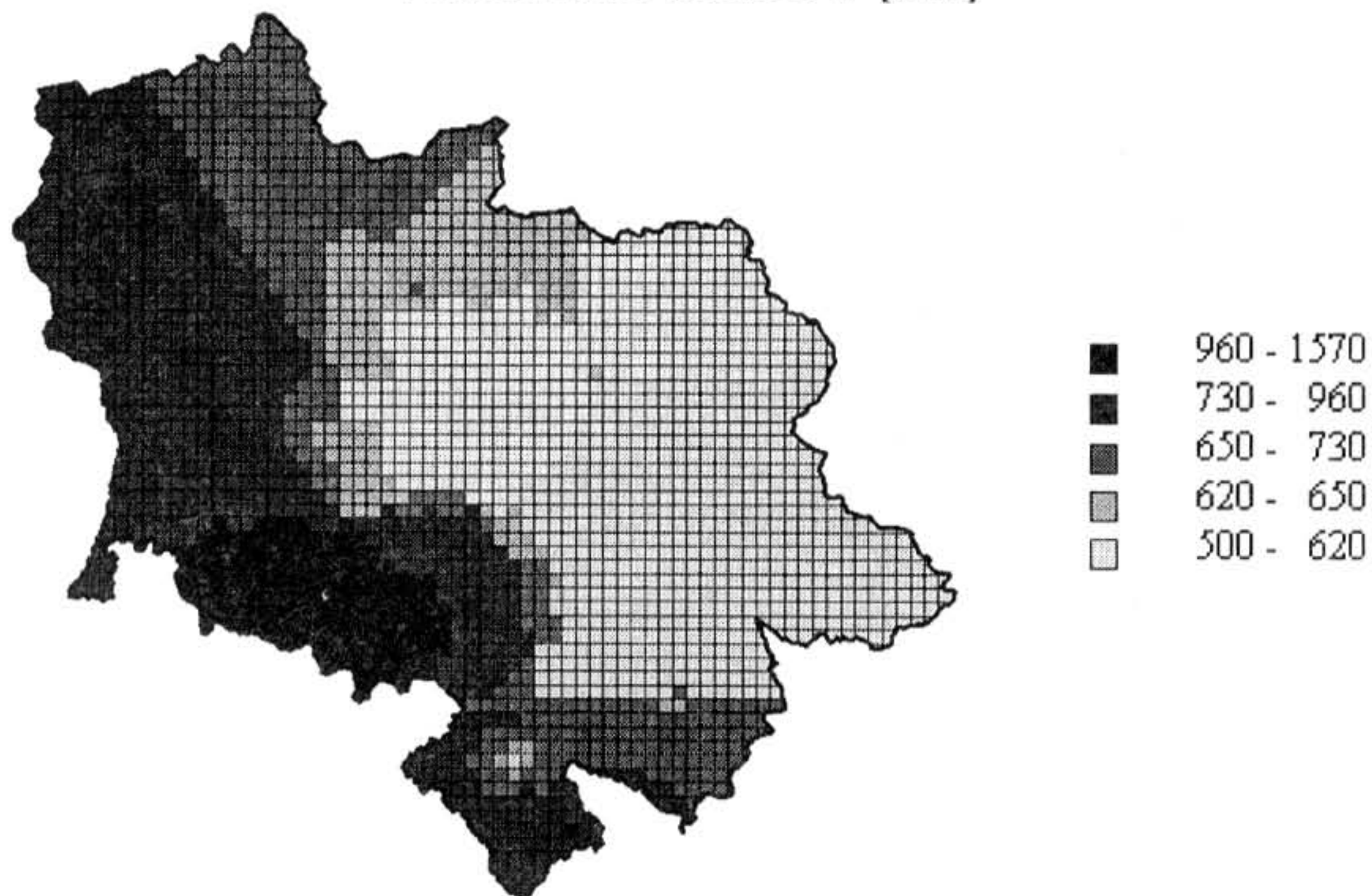
AZOTYNY+AZOTANY [kg N/ha]





JONY WODOROWE [kg H<sup>+</sup>/ha]

## WYSOKOŚĆ OPADÓW [mm]



Rys. 3. Zmienność powierzchniowego obciążenia na obszarze dorzecza środkowej Odry w 2002 r. ładunkami siarczanów, azotynów i azotanów oraz jonów wodorowych i przestrzenny rozkład sumy rocznej opadów



**Tab. 1. Średnie, minimalne i maksymalne wartości stężeń siarczanów, azotynów i azotanów oraz jonów wodorowych (w mg/dm<sup>3</sup>) i odczynu pH w średniomiesięcznych próbkach opadów w dorzeczu środkowej Odry w latach 1994-2002 oraz wielkości miesięczne ich ładunków (kg/ha) wniesionych wraz z opadami i liczba analizowanych średniomiesięcznych próbek opadów w poszczególnych latach**

Rok	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>						N(NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> +NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )						Liczba próbek
	stężenia mg/dm <sup>3</sup>			ładunki kg/ha			stężenia mg/dm <sup>3</sup>			ładunki kg/ha			
	min	max	śr	min	max	śr	min	max	śr	min	max	śr	
1994	3,6	24,2	11,0	1,2	16,1	5,6	0,12	2,85	0,74	0,03	1,1	0,36	336
1995	2,3	49,4	10,6	0,4	69,3	5,6	0,06	4,63	0,85	0,05	2,17	0,39	384
1996	2,6	56,4	11,6	0,6	15,5	4,4	0,10	4,74	1,03	0,02	2,86	0,39	372
1997	3,1	53,1	9,3	0,6	29,1	4,5	0,10	3,30	0,92	0,05	2,46	0,40	372
1998	1,4	18,7	5,2	0,7	7,8	2,7	0,27	2,51	0,77	0,07	1,92	0,40	372
1999	1,2	12,2	5,2	0,7	7,9	2,2	0,18	4,05	0,96	0,12	1,30	0,40	396
2000	1,54	25,72	5,01	0,6	14,3	2,2	0,28	6,39	0,92	0,12	5,31	0,43	396
2001	1,8	25,59	4,55	0,5	7,5	2,6	0,24	3,14	0,84	0,1	2,26	0,49	324
2002	1,12	12,90	4,69	0,6	7,49	2,4	0,16	3,36	0,83	0,10	2,04	0,43	324

Rok	H <sup>+</sup>						pH			Liczba próbek
	stężenia mg/dm <sup>3</sup>			ładunki kg/ha						
	min	max	śr	min	max	śr	min	max	śr	
1994	0,0003	0,1950	0,0283	0,0001	0,2041	0,0177	3,71	6,62	4,91	336
1995	0,000	0,1905	0,0195	0,00001	0,2130	0,0120	3,72	6,92	5,24	384
1996	0,00004	0,1995	0,0183	0,00001	0,1291	0,0083	3,70	7,43	5,42	372
1997	0,00003	0,3162	0,0127	0,00001	0,1040	0,0064	3,50	7,51	5,21	372
1998	0,0001	0,1230	0,0083	0,00002	0,1412	0,0063	3,91	7,14	5,32	372
1999	0,0001	0,1318	0,0059	0,00001	0,0733	0,0034	3,88	6,95	5,76	396
2000	0,00002	0,0813	0,0043	0,000001	0,0806	0,0031	4,09	7,81	5,45	396
2001	0,0001	0,0646	0,0048	0,00002	0,0981	0,0031	4,19	7,07	5,79	324
2002	0,0001	0,0339	0,0022	0,00002	0,0314	0,0012	4,47	7,11	6,08	324

W roku 2002, ostatnim roku analizowanego dziewięcioletniego okresu badań, jak wykazała szczegółowa analiza rozkładu przestrzennego wykonana za pomocą komputerowego systemu informacji przestrzennej GIS (rys. 3), na obszar dorzecza środkowej Odry opady atmosferyczne wniosły: 97 144 ton siarczanów, 16 895 ton azotu (N NO<sub>2</sub><sup>-</sup>+NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) i 41,53 tony wolnych jonów wodorowych. Średnio na jeden hektar powierzchni w 2002 roku opady wniosły na obszarze dorzecza – siarczanów 27,60 kg SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, azotynów i azotanów 4,80 kg N a wolnych jonów wodorowych 11,8 g. Najmniejsze obciążenie powierzchniowe depozycją tych substancji wystąpiło: siarczany: 21,42 kg SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>/ha rok w powiecie strzelińskim; azotyny i azotany: 3,84 kg N/ha rok w powiecie zielonogórskim oraz wolne jony wodorowe w powiecie wołowskim 4,5 g H<sup>+</sup>/ha rok. Najbardziej obciążone zostały następujące obszary: siarczanami (37,9 kg SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>/ha rok) i wolnymi jonami wodorowymi (3,39 g H<sup>+</sup>/ha rok) powiat wałbrzyski, a azotynami i azotanami (6,99 kg N/ha rok) powiat lwówecki.



Na obszarze dorzecza środkowej Odry lasy zajmują ponad 31% terenów [Dziubek i in., 1993]. O kondycji i stanie zdrowotnym lasów decydują przede wszystkim warunki glebowe, w tym poziom zakwaszenia ekosystemów glebowo-leśnych. Na początku lat 90. wprowadzono koncepcję ładunków krytycznych, stanowiących wielkości depozycji związków kwasotwórczych ze skutkami w środowisku [Mill i in., 1994]. Ładunek krytyczny związków kwaśnych wprowadzanych z atmosfery do poszczególnych elementów środowiska to największa depozycja tych związków nie wywołująca zmian chemicznych prowadzących do długotrwałych, szkodliwych skutków dla struktury i funkcjonowania ekosystemów. Według aktualnych danych opublikowanych w pracy [Mill, 2002] krytyczne ładunki zakwaszenia siarką i azotem dla gleb ekosystemów leśnych na obszarze dorzecza środkowej Odry wynoszą średnio: 1118 eq/ha rok dla siarki i 3128 eq/ha rok dla azotu; przy zróżnicowaniu, w zależności od rodzaju gleby i jej wrażliwości na depozycję kwaśną, od 289 eq/ha rok (w powiecie kłodzkim) do 2488 eq/ha rok (w powiecie zielonogórskim) depozycji siarki i od 1718 eq/ha rok (w powiecie kłodzkim) do 6639 eq/ha rok (w powiecie bolesławieckim) depozycji azotu. W przeliczeniu na kilogramy siarczanów stanowi to średnio  $57,504 \text{ kg SO}_4^{-2} / \text{ha rok}$ , min.  $13,872 \text{ kg SO}_4^{-2} / \text{ha rok}$ , maks.  $119,424 \text{ kg SO}_4^{-2} / \text{ha rok}$ , a na kilogramy azotu: średnio –  $43,792 \text{ kg N} / \text{ha rok}$ , min.  $24,052 \text{ kg N} / \text{ha rok}$ , maks.  $92,946 \text{ kg N} / \text{ha rok}$ . Porównanie średnich wielkości siarczanów i azotynów + azotanów wnoszonych wraz z opadami w 2002 roku do krytycznych ładunków siarki i azotu dla gleb leśnych obszaru dorzecza środkowej Odry nie wskazuje, że depozycja ta przekracza wartości dopuszczalne.

Średni ładunek siarki siarczanowej zdeponowany w 2002 roku na obszarze dorzecza stanowi tylko ok. 48% dopuszczalnej depozycji, a średnia depozycja azotu z azotynów i azotanów jest nawet ok. dziewięciokrotnie mniejsza niż dopuszczalna.

Inaczej kształtuje się to jednak w przypadku porównania do mniejszych obszarów. Porównując depozycje siarki i azotu na terenach poszczególnych powiatów w dorzeczu środkowej Odry do wartości dopuszczalnych, po analizie map krytycznych ładunków zakwaszenia siarką i azotem obszarów leśnych Polski stwierdzono, że ładunki siarki siarczanowej wnoszone z opadami atmosferycznymi w 2002 roku na tereny 7 z 54 powiatów położonych w dorzeczu środkowej Odry przekraczają wielkości dopuszczalne, tym samym stanowiąc potencjalne zagrożenie dla ekosystemów leśnych na tych terenach. Przekroczenia te nastąpiły w powiatach: kłodzkim, nyskim, wałbrzyskim, kamiennogórskim, rawickim i lubińskim. Nie dochodzi do przekroczeń ładunków azotu z deponowanych z atmosfery azotynów i azotanów. Ładunki krytyczne azotu dla terenów leśnych w poszczególnych powiatach dorzecza środkowej Odry są wyższe niż ich depozycja.

## PODSUMOWANIE

Przedstawione i omówione dane o koncentracji w opadach atmosferycznych na obszarze dorzecza środkowej Odry siarczanów, azotynów i azotanów (najważniejszych jonów wpływających na zakwaszenie opadów) i ich depozycji oraz jonów wodorowych (będących miarą kwasowości opadów) i danych pomiarowych odczynu pH opadów,

uzyskane w ramach badań monitoringowych na tym obszarze w latach 1994-2002, dają podstawę do sformułowania następujących wniosków:

- Stężenia siarczanów w opadach atmosferycznych na obszarze dorzecza środkowej Odry wykazują wyraźną tendencję malejącą. Wyraźnie też w ostatnich latach zmniejszyła się, nawet kilkakrotnie, koncentracja wolnych jonów wodorowych i kwasowość opadów. Wzrósł odczyn pH opadów.
- Stężenia azotynów i azotanów w opadach, przy mało istotnych zmianach w poszczególnych latach, wykazują tendencję wzrostową.
- Depozycja analizowanych kwasotwórczych związków siarki i azotu charakteryzuje się podobną zmiennością jak ich stężenia w opadach. Wnoszone wraz z opadami ładunki siarczanów i wolnych jonów wodorowych w poszczególnych latach maleją, a ładunki azotynów i azotanów wykazują tendencję rosnącą.
- Porównanie deponowanych w roku 2002 (ostatnim roku analizowanego wielolecia) ładunków siarczanów i sumy azotynów + azotanów do ładunków krytycznych siarki i azotu dla ekosystemów leśnych położonych na obszarze dorzecza środkowej Odry tj. najwyższej dopuszczalnej depozycji tych substancji z atmosfery na gleby leśne nie wywołującej szkodliwych skutków dla ich struktury i funkcjonowania, wykazuje, że:
  - roczna depozycja siarczanów wnoszona wraz z opadami (śr. 27,60, min. 21,42, maks. 37,93 kg  $\text{SO}_4^{2-}$ /ha rok) na większości terenów dorzecza nie przekracza wartości dopuszczalnej (ładunek krytyczny: śr. 57,504, min. 13,872, maks. 119,424 kg  $\text{SO}_4^{2-}$ /ha rok). Na 54 powiaty położone w dorzeczu środkowej Odry tylko na terenach 7 powiatów, zawierających gleby o wysokiej wrażliwości na depozycję kwaśną, stwierdzono przekroczenia depozycji siarczanów.
  - roczna depozycja azotynów + azotanów (śr. 4,80, min. 3,84, maks. 6,99 kg N/ha rok) w porównaniu do wartości krytycznych azotu (śr. 43,792, min. 24,052, maks. 92,946 kg N/ha rok) jest kilkakrotnie mniejsza i nie wpływa negatywnie na ekosystemy leśne dorzecza.

W pracy dokonano próby oceny wpływu depozycji kwaśnej z opadów atmosferycznych na stan środowiska ekosystemów glebowo-leśnych na obszarze dorzecza środkowej Odry na podstawie danych analitycznych próbek średniomiesięcznych opadów. Przedstawione dane o koncentracji w opadach siarczanów, azotynów i azotanów oraz jonów wodorowych i odczynu pH charakteryzują tylko średnią ich zawartość ze wszystkich opadów w danym miesiącu. Nie odzwierciedlają stopnia zanieczyszczenia pojedynczego opadu i jego kwaśnego odczynu (kwaśne deszcze), często o bardzo agresywnym oddziaływaniu na środowisko. Niemniej przedstawione dane dały możliwość obliczenia sumy rocznej siarczanów, azotynów i azotanów oraz jonów wodorowych wnoszonych z atmosfery wraz z opadami i porównanie tej kwaśnej depozycji do granicznej wartości ładunków siarki i azotu (ładunków krytycznych). Przedstawione wyniki świadczą wyraźnie o małym i zmniejszającym się wpływie depozycji kwaśnej z atmosfery na ekosystemy glebowo-leśne dorzecza środkowej Odry.



## LITERATURA

- DEGÓRSKA A., PRZYBYLSKA G., TWAROWSKI R., DYGAŚ-CIOŁKOWSKA L., 2003: Zakwaszenie [w:] Raport. Stan środowiska w Polsce w latach 1996-2001, Bibl. Monitor. Środ., Inspekcja Ochrony Środowiska, Warszawa, 69-77.
- DZIUBEK A., KOWAL A., NALBERCZYŃSKI A., SZYMAŃSKA M., 1993: Gospodarka zasobami wodnymi dorzecza górnej i środkowej Odry, Wyd. Wrocławskiego Nauczycielskiego, Wrocław.
- KULISZ J., 1988: Kwaśne deszcze i ich wpływ na środowiska, Wydawnictwo WSiP, Warszawa.
- MILL W., 2002, Obciążenie ekosystemów leśnych Polski związkami siarki i azotu wg koncepcji ładunków krytycznych, Wydawnictwo Instytutu Ochrony Środowiska, Warszawa.
- MILL W., WÓJCIK A., RZYCHOŃ D., 1994: Mapy krytycznych ładunków kwaśnych dla ekosystemów glebowo-leśnych Polski (wg metodyki EKG/ONZ), Biblioteka Monitoringu Środowiska i PIOŚ, Warszawa.
- TWAROWSKI R., GENDOLLA T., SIENKIEWICZ R., LIANA E., KACZMARSKI S., WOSTEK K., 1994-2002: Monitoring chemizmu opadów atmosferycznych na obszarze dorzecza środkowej Odry. Raporty roczne. Wrocław IMGW.

*Sebastian Węclewski*

Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski

## **PROGNOZA ZMIAN POSTĘPOWANIA Z OSADAMI ŚCIEKOWYMI W ŚWIELE KRAJOWEGO PROGRAMU GOSPODARKI ODPADAMI**

### **PROGNOSIS OF CHANGE IN SEWAGE SLUDGE UTILIZATION METHODS ACCORDANCE TO KPGO (POLISH WASTE MANAGEMENT PLANNING)**

**Słowa kluczowe:** osady ściekowe, procesy unieszkodliwiania, utylizacja.

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono prognozę zmian metod unieszkodliwiania osadów ściekowych w najbliższych latach, którą zawiera Krajowy Plan Gospodarki Odpadami. Dalszy rozwój metod zagospodarowania tych osadów w Polsce w dużej mierze zależy będzie od ich właściwości oraz warunków formalno-prawnych. Każda z metod będzie jednak napotykała na coraz większe trudności w zastosowaniu, co związane jest z tendencją do zaostrzania przepisów, określających górne granice ilości wnoszonych zanieczyszczeń. Rozwiązaniem problemu osadowego w przyszłości może być wprowadzanie i rozpowszechnienie alternatywnych metod unieszkodliwiania, które można byłoby prowadzić wraz z odzyskiem energii ze składników organicznych.

**Key words:** sewage sludge, treatment processes, utilization.

**Summary:** This article presents the prognosis for the coming years, concerning the changes in the neutralization methods of sewage sludges in accordance to Polish Waste Management Planning. The further evolution the methods for sewage sludge handling in Poland will depend on their quality and legal conditions. Each methods will however encounter more and more larger difficulties, what is connected with the tendency to tightening regulation and to lessen the upper limits of quantity brought pollution. Solution of sewage sludge problem, can be in future dissemination alternative methods neutralizing, with the recover of energy from the organic compounds in the sludge.

## **WSTĘP**

W Polsce wytwarza się łącznie około 140 000 tys. Mg odpadów rocznie, z czego w sektorze komunalnym powstaje blisko 14 000 tys. Mg, pozostała ilość powstaje w sektorze gospodarczym. Ilość powstających osadów ściekowych zaliczanych do sektora komunalnego szacowana jest na blisko 360 tys. Mg rocznie w przeliczeniu na suchą



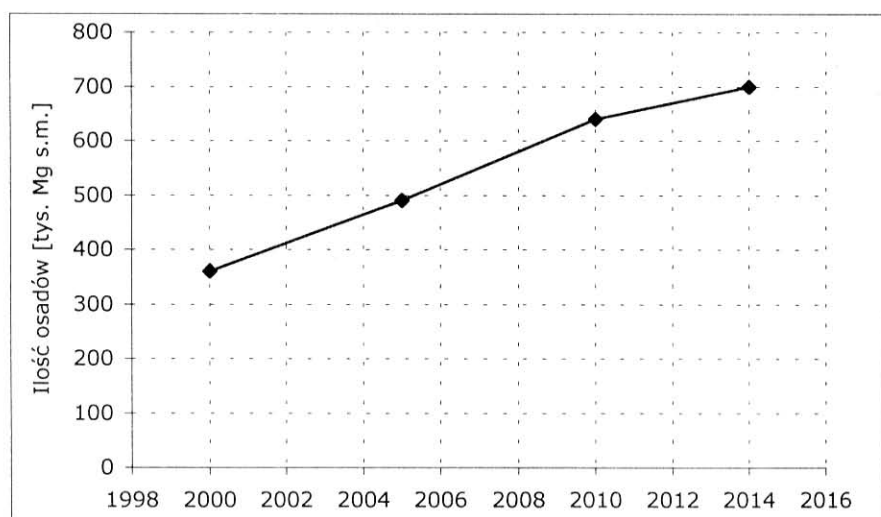
masę [GUS 2000, 2001]. Dane statystyczne ilości wytwarzanych osadów, sposobu postępowania z osadami w latach 2000-2001 przedstawiono w tabeli 1.

**Tab. 1. Osady z oczyszczalni ścieków komunalnych w latach 2000-2001 i sposoby postępowania z nimi [GUS 2000, 2001]**

Rok	Jednostka	Osady wytworzone w ciągu roku						
		ogółem	wykorzystanie na cele		kompostowanie	przekształcanie termiczne	składowanie	inne
			przemysłowe	rolnicze				
2000	Mg suchej masy	359 819	28 274	50 628	25 528	5 904	151 618	97 867
	%	100	7,8	14,1	7,1	1,6	42,1	27,2
2001	Mg suchej masy	397 216	24 220	49 302	27 591	6 937	198 630	90 536
	%	100	6,1	12,4	6,9	1,7	50,0	22,7

## PROGNOZA ZMIAN W GOSPODARCE OSADOWEJ WEDŁUG KRAJOWEGO PLANU GOSPODARKI ODPADAMI (KPGO)

Prognozuje się, że w najbliższych latach będzie następował w miarę równy i systematyczny wzrost ilości osadów ściekowych z oczyszczalni komunalnych. Już za 10 lat, w roku 2014 przewidywany jest dwukrotny przyrost masy osadu w stosunku do roku 2000 [Monitor Polski, 2003], co przedstawia rys. 1.



**Rys. 1. Prognoza zmian masy osadów komunalnych w najbliższych latach [Monitor Polski, 2003]**

Podstawowe cele do osiągnięcia w gospodarce osadami ściekowymi powinny wg autorów KPGO obejmować takie zadania jak:

- zwiększenie stopnia kontroli obrotu osadami ściekowymi w celu maksymalnego bezpieczeństwa zdrowotnego i środowiskowego,
- zwiększenie stopnia przetworzenia komunalnych osadów ściekowych,
- maksymalizacja stopnia wykorzystania substancji biogenych zawartych w osadach przy jednoczesnym spełnieniu wszystkich wymogów bezpieczeństwa sanitarnego i chemicznego.

Kierunki zagospodarowania osadów ściekowych, jakie wymienia się w KPGO można podzielić zasadniczo na: przyrodnicze wykorzystanie, kompostowanie, przekształcanie termiczne, składowanie i wykorzystanie na cele przemysłowe. W obrębie tych sposobów postępowania z osadami przewidywane są w najbliższych latach pewne zmiany:

a) **Przyrodnicze wykorzystanie.** Zgodnie z art. 43 ust. 1. ustawy z 27 kwietnia 2001 r. o odpadach [DzU nr 61, poz. 628] osady można stosować:

- w rolnictwie, rozumianym jako uprawa wszystkich płodów rolnych wprowadzanych do obrotu handlowego, włączając w to uprawy przeznaczane do produkcji pasz,
- do rekultywacji terenów, w tym gruntów na cele rolne,
- do dostosowania gruntów do określonych potrzeb wynikających z planów gospodarki odpadami, planów zagospodarowania przestrzennego lub decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu,
- do uprawy roślin przeznaczonych do produkcji kompostu,
- do uprawy roślin nieprzeznaczonych do spożycia i do produkcji pasz.

Należy przyjąć, że bezpośrednie wykorzystanie ustabilizowanych osadów komunalnych nie zmieni się do roku 2010. Czynniki, które nie pozwolą na wzrost ilości osadów wykorzystanych przyrodniczo w rolnictwie, będzie wzrost kontroli obrotu osadami, a także dalsze rozpoznanie zanieczyszczeń znajdujących się w osadach. Z tych też względów zakłada się, że w roku 2015 ilość osadów wykorzystywanych na te cele może zmniejszyć się do poziomu poniżej 12% całej wytwarzanej masy. Jednocześnie zmaleje wykorzystanie przyrodnicze niekompostowanych osadów ściekowych z 17% do 14%.

b) **Kompostowanie** będzie preferowanym kierunkiem postępowania z osadami ściekowymi, szczególnie ze względu na fakt, że zmieszanie osadów z innymi bioodpadami lub ziemią znacząco wpływa na modyfikację składu chemicznego. Kierunek ten powinien być preferowany w oczyszczalniach posiadających powiązania z zakładami kompostowania odpadów komunalnych oraz z zakładami wytwarzającymi znaczne ilości odpadów organicznych (kora, trociny, itp.). Zakłada się, że ilość kompostowanych osadów może wzrosnąć do 20% ich całkowitej masy wytwarzania w kraju.

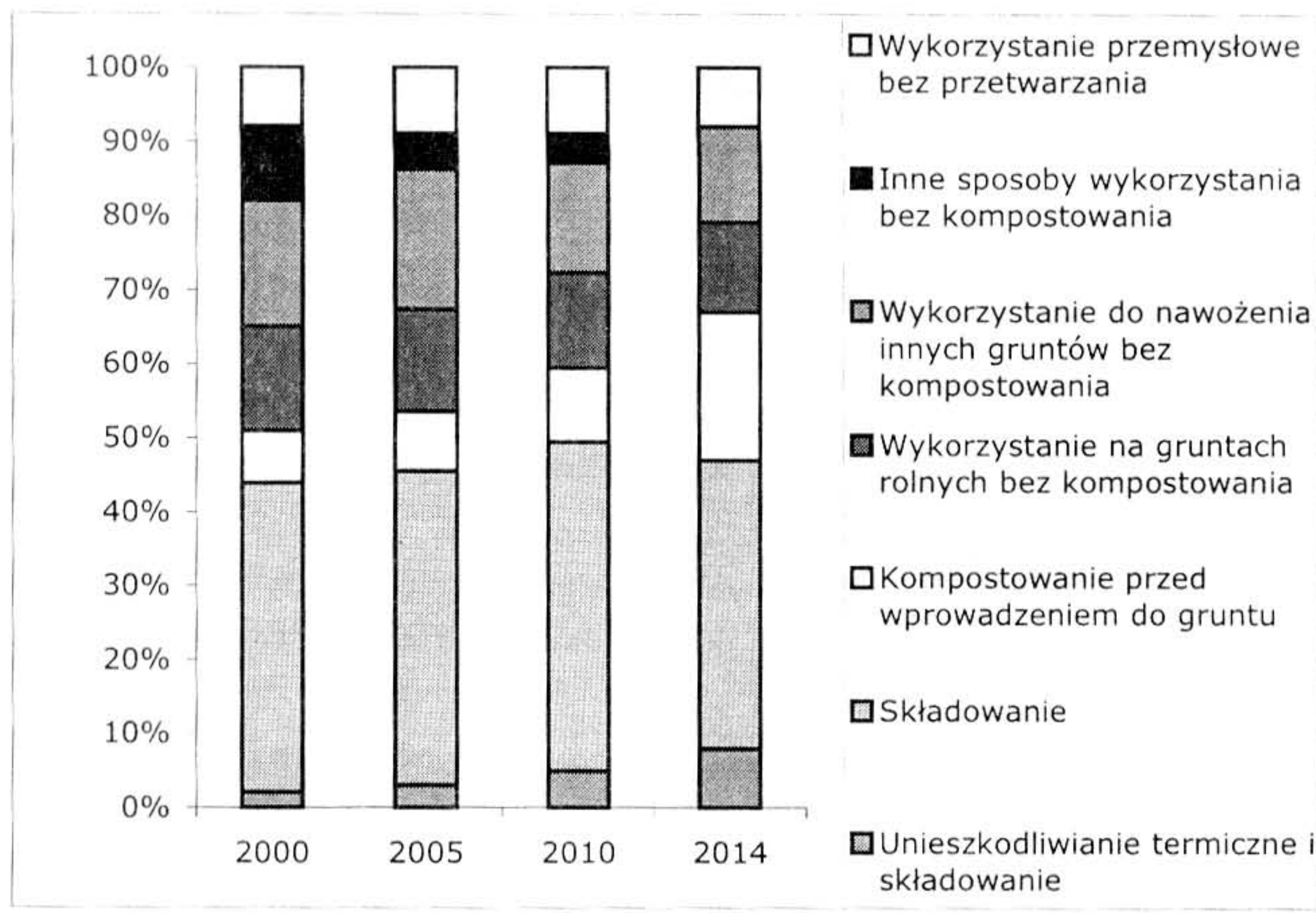
c) **Termiczne przekształcanie.** Należy się spodziewać wzrostu ilości osadów unieszkodliwianych termicznie. Z obecnego poziomu 1,6% nastąpi wzrost do 5% w roku 2010 i do 8% w roku 2014. Instalacje do termicznego unieszkodliwiania osadów obsługiwać powinny oczyszczalnie zlokalizowane w dużych w aglomeracjach.

d) **Składowanie.** Zagospodarowanie osadów poprzez składowanie, mimo że jest to kierunek niepreferowany, będzie dominować ilościowo. Spodziewany spadek ilości



osadów kierowanych na składowiska będzie kształtować się na poziomie 42-45%, w roku 2014 przewiduje się spadek do 39%.

e) **Wykorzystanie na cele przemysłowe.** Ilość osadów wykorzystanych przemysłowo nie będzie ulegać znaczącym zmianom.



**Rys. 2. Zmiany w strukturze postępowania z komunalnymi osadami ściekowymi [Monitor Polski, 2003]**

Poza bilansami ilościowymi osadów Krajowy Plan Gospodarki Odpadami przedstawia bardzo ogólnie program działań w zakresie problematyki osadowej na lata 2004-2014.

W programie wyróżniono 3 kierunki działań:

1. **Działania prawne.** W pierwszym okresie nie przewiduje się zmian prawnych, ewentualne późniejsze działania uzależnione będą od zmian w prawodawstwie UE.

2. **Monitoring i inspekcja.** Podstawowe badania osadów wykonywane obecnie przez oczyszczalnie powinny być rozszerzone o monitoring jakości osadów na zawartość związków organicznych. Monitoring taki powinien zostać wsparty przez program badań wstępnych, który ustalałby zawartość wybranych związków organicznych w komunalnych osadach ściekowych (PCB, WWA, AOX, itp.) w wytypowanych oczyszczalniach. W dalszym czasie (lata 2010-2014) działania monitoringowe sprowadzałyby się do analiz skuteczności wprowadzanych ewentualnie instrumentów prawnych.



3. **Inwestycje.** Zwiększenie poziomu kompostowania i termicznego przekształcania osadów będzie wymagać kojarzenia ze sobą inwestycji zagospodarowania odpadów komunalnych z inwestycjami w gospodarce osadami. Do roku 2010 niezbędne będzie wybudowanie blisko 20 zakładów kompostowania osadów ściekowych o średniej dobowej przepustowości od 4 do 5 Mg s.m. osadów. Pozwoli to na objęcie kompostowaniem około 32 000 Mg s.m. osadów w ciągu roku. W kolejnych latach, do roku 2014 kontynuacja programu rozbudowy kompostowni spowodowałaby powstanie kolejnych 50 małych obiektów. Pozwoliłoby to na osiągnięcie wskaźnika kompostowanych osadów na poziomie 20%, tj. około 143 000 Mg s.m. W tym czasie realizowany byłby program budowy instalacji termicznego przekształcania osadów w wybranych aglomeracjach powyżej 100 000 LRM.

## PODSUMOWANIE

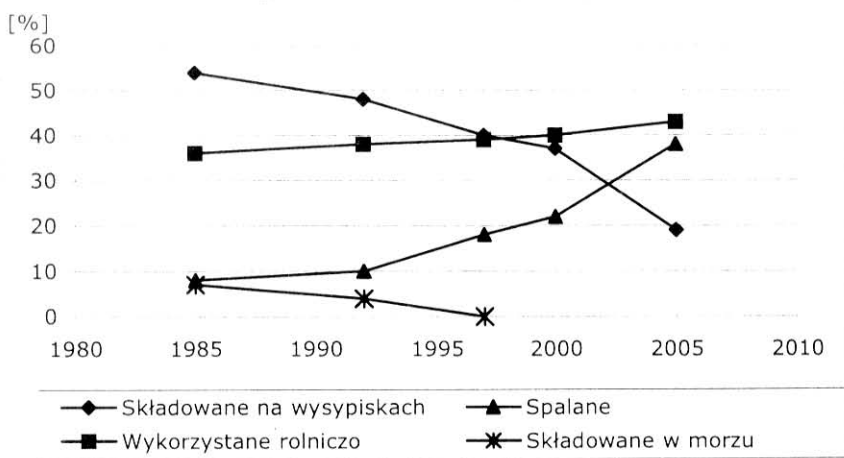
Wyraźny przyrost masy osadów, w ilościach założonych w KPGO, jest nieunikniony. Będzie on następował do momentu, kiedy powstaną w Polsce instalacje oczyszczania ścieków obsługujące wszystkich wytwarzających ścieki. Sprawą otwartą pozostają jednak prognozy zmian w sposobach unieszkodliwiania osadów.

Porównując przewidywane w Polsce zmiany z obserwowanymi i prognozowanymi w krajach UE (rys. 3), w pewnych działaniach widać znaczące różnice. W Polsce w dalszym ciągu znaczenie będzie mieć składowanie osadów (około 50-40% powstającej masy), podczas gdy w UE już w roku 2005 może osiągnąć poziom 20%. Dużą wagę w UE przykładają się do termicznego unieszkodliwiania osadów (blisko 40% wytwarzanej masy), w Polsce natomiast ta metoda w dalszym ciągu będzie mieć marginalne znaczenie. Porównywalne są natomiast ilości osadów wykorzystywanych przyrodniczo. W omawianym KPGO nie wspomina się jednak o możliwości pojawienia się i rozwoju innych metod unieszkodliwiania osadów, poza opisywanymi.

Dalszy rozwój metod zagospodarowania osadów w Polsce w dużej mierze zależeć będzie od właściwości samych osadów oraz warunków formalno-prawnych. Każda z metod będzie jednak napotykała na coraz większe trudności w zastosowaniu, co związane jest z tendencją do zaostrzania przepisów, szczególnie tych, które określają górne granice ilości wnoszonych do środowiska zanieczyszczeń.

Składowanie osadów w świetle Dyrektywy Rady 1999/31/EC w sprawie składowania odpadów, zgodnie z którą należy znacznie zredukować ilość odpadów biodegradowalnych, będzie niemal niemożliwe. Przepis ten wymusza szukanie innych sposobów postępowania z osadami, zastępujących składowanie [Wielgosiński, 2002]. Również rygorystycznym regulacjom (Dyrektywa 2000/76/EC) podlega emisja zanieczyszczeń ze spalania osadów jako metody ich termicznego unieszkodliwiania. Utrzymanie emisji zanieczyszczeń ze spalania na wymaganym niskim poziomie istotnie podnosi koszty budowy i eksploatacji instalacji, co czyni całą metodę bardzo drogą. Z tego zapewne względu nie planuje się spalania osadów w większej skali w Polsce.





**Rys. 3. Obserwowane i prognozowane zmiany sposobu postępowania z osadami w krajach EU (dane z roku 1999) [Werther, Ogada, 1999]**

Wykorzystanie osadów w celach przyrodniczych, do nawożenia i użyźniania gruntów, produkcji kompostu czy rekultywacji gruntów, może być ograniczone ze względu na brak dużych powierzchni terenu przeznaczonych na ten cel, a także z uwagi na zawartość zanieczyszczeń w osadach. Przyrodnicze wykorzystanie osadów może być dodatkowo utrudnione po planowanych zmianach uregulowań prawnych Dyrektywy 1986/278/EEC w kierunku zaostrzenia norm dotyczących dopuszczalnej zawartości metali ciężkich w glebie, osadach ściekowych przeznaczonych do stosowania w rolnictwie oraz dopuszczalnej ilości metali wprowadzanych do gleb [Wielgoński, 2002; Zarzycki i Wielgoński, 2002]. Skalę tych zmian prezentuje tabela 1, w której porównano obecnie obowiązujące przepisy regulujące rolnicze wykorzystanie osadów w Polsce, z planowanymi zmianami w przepisach UE, a które notabene będą obowiązywać w Polsce

O powodzeniu przedstawionych metod unieszkodliwiania osadów w dużej mierze decydować będzie jakość produkowanych osadów, w tym wypadku ilość zanieczyszczeń, jakie zawierają. Aby wytwarzane osady miały wymaganą jakość, rozwiązanie trzeba szukać w technologiach oczyszczania ścieków lub wręcz powodować podniesienie jakości dopływających do oczyszczalni ścieków.

Innym rozwiązaniem problemu osadowego w przyszłości może być wprowadzanie i rozpowszechnienie metod alternatywnych unieszkodliwiania, które można byłoby stosować wraz z odzyskiem energii ze składników organicznych. Takie postępowanie może przynieść wymierne korzyści ekonomiczne oraz ekologiczne. Odzysk energii podczas utylizacji pozwoli na zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych instalacji unieszkodliwiania osadów. Niektóre z technologii utylizacji z jednoczesnym odzyskiem energii znalazły już szerokie zastosowanie w praktyce (np. produkcja biogazu podczas fermentacji, spalanie i współspalanie), wiele jest w trakcie badań rozwojowych (np.

zgazowanie, piroliza, technologie OFS – Oil From Sludge, mokre spalanie) [Węclewski, 2003).

**Tab. 2. Planowane zmiany uregulowań prawnych w zakresie dopuszczalnej zawartości metali ciężkich w osadach przeznaczonych do stosowania w rolnictwie**

Metal	Dopuszczalna ilość metali ciężkich w osadach przeznaczonych do stosowania w rolnictwie			
	zgodnie z Rozp. MŚ z 1 sierpnia 2002 w sprawie komunalnych osadów ściekowych, DzU nr 134, poz. 1140.	według planowanych zmian Dyrektywy 1986/278/EEC w kolejnych latach		
		2005	2015	2025
	mg/kg s.m.			
Kadm – Cd	10	10	5	2
Miedź – Cu	800	1000	800	600
Nikiel – Ni	100	300	200	100
Ołów – Pb	500	750	500	200
Cynk – Zn	2500	2500	2000	1500
Rtęć – Hg	5	10	5	2
Chrom – Cr	500	1000	800	600

Wykorzystując energię z osadów w procesach ich unieszkodliwiania można uzyskać znaczący efekt ekologiczny, nie tylko w odniesieniu do samych osadów, ale także w znaczeniu globalnym. Postępowanie takie jest zgodne ze strategią rozwoju zrównoważonego, bowiem z jednej strony stosujemy technologie bezodpadowe lub małoodpadowe wykorzystania osadów, z drugiej wykorzystujemy jednocześnie osady jako niekonwencjonalne źródło energii, zmniejszając m.in. zużycie surowców kopalnych.

## Literatura

- Uchwała nr 219 Rady Ministrów z 29.10.2002 w sprawie krajowego planu gospodarki odpadami. Monitor Polski, nr 11, 28.02.2003 r.
- Ustawa z 27 kwietnia 2001 r. o odpadach, DzU nr 61, poz. 628.
- Główny Urząd Statystyczny. Ochrona Środowiska 2000.
- Główny Urząd Statystyczny. Ochrona Środowiska 2001.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z 1 sierpnia 2002 w sprawie komunalnych osadów ściekowych, DzU nr 134, poz. 1140.
- WERTHER J., OGADA T., 1999: Sewage Sludge Combustion. Progress in Energy and Combustion Science. Vol. 25, 55-116.
- WĘCLEWSKI S., 2003: Osady ściekowe – alternatywne źródło energii odnawialnej. Natura, Zeszyt 9, Wyd. PTPNoZ, Zielona Góra, 327-336.



- WIELGOSIŃSKI G., 2002: Oczekiwane zmiany regulacji prawnych. Przegląd Komunalny 1(24), s. 49-50.
- ZARZYCKI R., WIELGOSIŃSKI G., 2002: Osady ściekowe w Unii Europejskiej. Przegląd Komunalny 1(24), s. 36-37.

**Gabriela Woźniak, Edyta Sierka**

Department of Geobotany and Nature Protection, University of Silesia

## IMPORTANCE OF SPONTANEOUS SUCCESSION IN RECLAMATION PROCESSES

### ZNACZENIE SUKCESJI SPONTANICZNEJ W PROCESACH REKULTYWACJI

**Key words:** post-industrial waste sites, primary succession, reclamation.

**Summary:** The wastelands are conventionally regarded as blight on the landscape with negative environmental value. There are examples from Poland as well as from Europe that post-industrial sites have been undergone natural colonisation and succession to give in some cases ecosystems of greater diversity and biological interest than ecosystems they replaced. This paper presents the result of investigation which was carried out since 1989 on coal mine water sedimentation pools, coal mine heaps and open cast sand pits in the Upper Silesia Industry Region. The aim of this study is to present the diversity of spontaneous plant communities recorded on post-industrial waste sites. The plant-cover, which develops in the course of spontaneous succession is best adjusted to the environmental condition. The reclamation plans should consider spontaneous succession as one of reclamation and restoration way. This method will never fail and is cost-less.

**Słowa kluczowe:** nieużytki przemysłowe, sukcesja pierwotna, rekultywacja.

**Streszczenie:** Nieużytki przemysłowe powszechnie uważane są za element środowiska stanowiący zło konieczne. Jeśli już doszło do powstania nieużytków przemysłowych, to wszelkie dalsze poczynania związane z tymi obiektami powinny być niezwykle rozważne. Istnieją przykłady z Polski i z Europy świadczące o tym, że pewne typy nieużytków przemysłowych podlegające naturalnej kolonizacji (sukcesji) mogą rozwinać się w ekosystemy o znacznej biologicznej wartości. Niniejsza praca prezentuje wyniki badań, które były prowadzone od 1998 roku na osadnikach ziemnych wód kopalnianych, hałdach skały płonnej oraz na obszarach odkrywkowych kopalni piasku położonych w obrębie obszaru Górnego Śląska. Celem prezentowanych badań było przedstawianie różnorodności spontanicznie rozwiniętych zbiorowisk roślinnych zidentyfikowanych na badanych nieużytkach przemysłowych. Podziwiając różnorodność roślinność, która wykształciła się w toku spontanicznej sukcesji, należy z całą mocą podkreślić, że jest ona najlepiej przystosowana do lokalnych warunków siedliskowych i wykorzystuje wszystkie dostępne mikrosiedliska. Tak powstała roślinność daje duże szanse na powstanie w przyszłości ekosystemów w pełni samoregulujących się, a więc trwałych, bez ponoszenia znacznych kosztów.



## INTRODUCTION

The Region of Upper Silesia has a long tradition of heavy industry, which has left large areas of land being contaminated by industrial by-products. The wastelands are conventionally regarded as blight on the landscape with negative environmental value. This broad view is inaccurate [Box, 1993; Shaw, 1998]. There are examples in Europe as well as in Poland that post-industrial sites have been undergone natural colonisation to give in some cases ecosystems of greater diversity and biological interest than ecosystems they replaced [Buszman et al., 1993; Cohn et al., 2001; Czylok, 1997; Czylok, Rahmanow, 1999; Greenwood, Gemmil, 1978; Szwedo et al., 1995; Tokarska-Guzik 1991; Tokarska-Guzik, 1996; Trzeńska-Tacik, 1966; Wilkoń-Michalska, Sokół 1969; Woźniak 2001a, Woźniak, Kompała, 2000]. To recognise the ecological potential of a waste sites it is necessary to record the spontaneous succession [Cabała, Sypień, 1987; Jochimsen, 2001; Kompała, 1997; Prach, 1987; Rostański, 1991; Rostański, 2000; Rostański, Woźniak, 2001; Rostański, 1998; Rostański, Trueman, 2001; Tokarska-Guzik, Rostański, 1996; Woźniak, 1998a, b, c; Woźniak, 2000; Woźniak, Kompała 2001a, b; Woźniak et al., 2003; Woźniak, Rostański, 2000].

The aim of this study is to present the diversity of spontaneous plant communities, which develop on post-industrial waste sites.

## METHODS

The INVESTIGATION were carried out since 1989 on coal mine water sedimentation pools, coal mine heaps and open cast sand pits in the Upper Silesia Industry Region. The vegetation samples (relevés) were collected by using the Braun-Blanquet method [Braun-Blanquet, 1951]. The communities in the table were classified according to the *Przewodniki do oznaczania zbiorowisk roślinnych – A guidebook for determination of Polish plant communities* [Matuszkiewicz 1984]. The Latin names of species were used according to Mirek et al [1995].

## Results

In the Upper Silesia Industry Region coal mine wastes and open cast sand pits are materials that have been generated in such big quantities, that their disposal has become a significant landscape feature. During the fieldwork all the new created habitats were investigated. The recognised plant communities and plant assemblages represent water and rush communities, halophilous and psammophilous grasslands, meadow and xerothermic phytocoenoses, peat-bogs and short-lived communities which develop at shores of lakes in places which can periodically dry up. Apart from the vegetation diversity, many protected, rare and interesting vascular plant species and plant communities were recorded.



## Diversity of plant communities and assemblages on post industrial sites

Class: *Potametea**Potamogetonnetum lucentis* Hueck 1931*Potamogetonnetum perfoliati* Koch 1926 em. Pass. 1964*Potamogetonnetum pectinati* Carstensen 1955*Myriophylletum spicati* Soó 1927*Elodeetum canadensis* Pign. 1953/ Pass. 1964*Potamogetonnetum natantis* Soó 1927*Nupharo-Nymphaeetum albae* Tomasz. 1977Class: *Phragmitetea**Phragmitetum communis* (Gams 1927) Schmale 1939*Glycerietum maximae* Hueck 1931*Typhetum latifoliae* Soo 1927*Typhetum angustifoliae* (Allorge 1922) Soó 1927*Sparganietum erecti* Roll 38*Scirpetum lacustris* (Allorge 1922) Chouard 1924*Scirpetum maritimi* (Br.-Bl.1931) R.Tx. 1937*Eleocharidetum palustris* Schennikov 1919*Alismo-Glycerietum fluitantis* (Fal.1966) Podb. 1969*Sagittario-Sparganietum emersi* Tx. 1953*Nasturtietum officinalis* Seib. 1962*Caricetum acutiformis* Sauer 1937*Caricetum gracilis* Graebn. et Hueck 1931/ Tx. 1937*Caricetum paniculatae* Wangerin 1916*Caricetum vulpinae* Nowiński 1927*Caricetum vesicariae* Br.-Bl. et Denisov 1935*Caricetum rostratae* Rübel 1912*Iridetum pseudoacori* Eggler 1933 n.n.*Phalaridetum arundinaceae* Libb. 1931Class: *Thlaspietea rotundifolii*community with *Myricaria germanica*Class: *Scheuchzerio-Caricetea fuscae**Juncetum alpini* (Oberd. 57) Phil. 1960community with *Eriophorum latifolium*community with *Eriophorum angustifolium*community with *Menyanthes trifoliata*community with *Juncus articulatus*Class: *Asteretea tripolium**Puccinellio-Spergularietum salinae* (Feekes 1936) R.Tx. et Volk 1937Class: *Bidentetea tripartiti**Bidenti-Polygonetum hydropiperis* (Miljan 1933) Lohm. ap. Tx. 1950*Chenopodietum glauco-rubri* (Weevers 1940) Lohm. 1950 ap. Oberd. 1957*Bidenti-Ranunculetum scelerati* (Miljan 1933) R.Tx.1937*Bidenti-Atriplicetum hastatae* (Poli et J.Tx. 1960) Runge 1961



community with *Bidens tripartitus*

Class: *Isoëto-Nanojuncetea*

community with *Juncus bufonius* (Passarge 1964) Philippi 1968

community with *Plantago intermedia*

community with *Centaureum erythrea* subsp. *erythrea*

Class: *Koelerio-Corynepherea*

*Spergulo vernalis-Corynepherea* (R. Tx. 1928) Libb. 1933

*Diantho-Armerietum* Krausch 1959

*Sclerantho-Herniarietum glabrae* Głow. 1988

Class: *Stellarietea mediae*

*Salsolietum ruthenicae* Phil. 1971

*Chenopodietum botrys*

*Digitarietum ischaemi* R.Tx. et Prsg. (1942) 1950

*Vicietum tetraspermae* Krusem. et Vlieg 1939 em Kornaś

community with *Diplotaxis muralis*

community with *Polygonum aviculare*

community with *Conyza candensis*

community with *Eragrostis minor*

community with *Chenopodium rubrum*

Class: *Artemisietea*

*Echio-Melilotetum albi* Tx. 1942

*Poo compressae-Tussilaginetum* (Tx. 1928 n.n.) Libb. 1930 nom. invers.

*Arctio-Artemisietum vulgaris* (Felf. 1942) Oberd. ex Seybold et Th. Müller 1972

*Artemisio-Tanacetum vulgaris* Br.-Bl. 1931 corr. 1949 em. Oberd. ex Seybold et Th. Müller 1972

*Convolvulo-Agropyretum* Felf. (1942) 1943.

*Rubio-Calamagrostietum epigeji* Coste (1974) 1975

*Eupatorietum cannabini* Tx. 1937

*Urtico-Calystegietum* Görs et Müll 1969

community with *Solidago canadensis-Solidago gigantea*

community with *Reynoutria japonica*

community with *Humulus lupulus*

community with *Medicago lupulina*

community with *Reseda lutea*

community with *Chamaenerion palustre*

community with *Callendula officinalis*

community with *Brassica napus*

community with *Erigeron annuus*

community with *Potentilla intermedia*

Class: *Molinio-Arrhenatheretea*

*Potentilletum anserinae* (Rapaics 27) Pass. 1964

*Ranunculo-Alopecuretum geniculati* R.Tx. (1937) 1950

*Scirpetum silvatici* Ralski 1931

*Polygono-Matricarietum matricarioidis* (Siss. 1969) Tx. 1972

*Poëtum annuae* Gams 1927

*Juncetum tenuis* (Diem., Siss. et Westh 1940) Schwick. 1944 em R. Tx. 1950

community with *Agrostis stolonifera*

community with *Hordeum jubatum*

community with *Eleocharis uniglumis*

community with *Rumex crispus*

community with *Festuca pratensis*

Class: *Nardo-Callunetea*

community with *Agrostis capillaris*

Class: *Trifolio-Geranietea Sanguinei*

community with *Inula conyza*

Class: *Rhamno-prunetea*

community with *Clematis vitalba*

## CONCLUSIONS

The plant-cover which will develop in the course of spontaneous succession is best adjusted to the environmental condition. The reclamation plans should consider spontaneous succession as one of reclamation and restoration way. This method will never fail and is cost-less.

## REFERENCES

- BOX J., 1993: Conservation or greening. The challenge of postindustrial landscape. *British Wildlife*, 4, 273-279
- BRAUN-BLANQUET J., 1951: *Pflanzensoziologie*. Springer Verlag, Wien. pp. 457-515.
- BUSZMAN B., PARUSEL J.B., ŚWIERAD J., 1993: Przyrodnicze wartości leśnych stawów w Tychach Czułowie przeznaczonych na zwałowisko odpadów kopalń węgla kamiennego. *Kształtowanie Środowiska Geograficznego i Ochrona Przyrody na Obszarach Uprzemysłownionych i Zurbanizowanych*, WBiOŚ, WNoZ, Katowice - Sosnowiec 8, 9-15.
- CABAŁA S., SYPIEŃ B., 1987: Rozwój szaty roślinnej na wybranych zwałowiskach kopalń węgla kamiennego GOP. *Archiwum Ochrony Środowiska* 3, 4, 7-20.
- COHN V. J., ROSTAŃSKI, A., TOKARSKA-GUZIŁ B., TRUEMAN I.C., WOŹNIAK G., 2001: The flora and vegetation of an old solvay process tip in Jaworzno (Upper Silesia, Poland). *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. 70(1), 47-60.
- CZYŁOK A., 1997: Pionierskie zbiorowiska ze skrzypem pstrym (*Equisetum variegatum* Schleich.) w wyrobiskach po eksploatacji piasku. Materiały konferencji: *Roślinność obszarów piaszczystych* (red.) Wika S., WBi OŚ, ZJPK, Katowice – Dąbrowa Górnicza.
- CZYŁOK A., RAHMANOW O., 1999: The initial stages of succession with variegated horsetail *Equisetum variegatum* Schleich on wet sand of surface excavations, In:



- Szabo, J., Wach, J., Kossuth, L. (eds.), *Anthropogenic aspects of geographical environment transformation*, University of Silesia, Debrecen-Sosnowiec s.81.
- GREENWOOD E. F., GEMELL R. P., 1978: Derelict industrial land as a habitat for rare plants in S. Lancs. (v.c. 59) and W. Lancs (v.c. 60). *Watsonia*, 12, 33-40.
- JOCHIMSEN M. E. A., 2001: Reclamation of degraded sites by ecological means. In: Sarsby, R., W. & Meggyes T. (eds.), *Green 3. The exploitation of natural resources and the consequences*. 543-549. Thomas Telford, London.
- KOMPAŁA A., 1997: Spontaniczne procesy sukcesji na terenach po eksploatacji piasku na obszarze województwa katowickiego. *Przegląd Przyrodniczy* 7 (1/2), 163-168.
- MATUSZKIEWICZ W., 1984: Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski (A guidebook for recognition of Polish plant communities). PWN, Warszawa. pp. 298.
- MIREK Z., PIĘKOŚ-MIREK H., ZAJĄC A., ZAJĄC M., 1995: Vascular plants of Poland a checklist. *Polish Botanical Studies*. No 15, Kraków.
- PRACH K., 1987: Succession of vegetation on dumps from strip coal mining, N. W. Bohemia, Czechoslovakia. – *Geobot. Phytotaxon.* 22, 339-354.
- ROSTAŃSKI A., 2000: Trawy spontanicznie zasiedlające nieużytki przemysłowe w aglomeracji katowickiej [Grasses spontaneous grown on post-industrial sites in agglomeration of Katowice] – *Łąkarstwo w Polsce* 3, 141-150 (in Polish with English summary).
- ROSTAŃSKI A., 1991: Spontaniczna sukcesja roślinności na wybranych zwalach przemysłowych w województwie katowickim. *Kształtowanie Środowiska Geograficznego i Ochrona Przyrody na Obszarach Uprzemysłowionych i Zurbanizowanych*. WBiOŚ, WNoZ, UŚ, 3, 35-38.
- ROSTAŃSKI A., 1998: Spontaneous flora on coal spoil heaps in Upper Silesia (Poland). In: Sarsby R.W. (ed.), *Contaminated and derelict land. Green 2: the second international symposium on Geotechnics Related to the Environment held in Kraków, Poland, September 1997*, 488-491. Thomas Telford, London.
- ROSTAŃSKI A., TRUEMAN I., 2001: A comparison of the spontaneous floras of coal mine heaps in two European industrial regions - Upper Silesia (Southern Poland) and the Black Country (UK). In: Sarsby R. W. & Meggyes T. (eds.), *Green 3. The exploitation of natural resources and the consequences*, 561-566 Thomas Telford, London.
- ROSTAŃSKI A., WOŹNIAK G., 2001: Grasses in the spontaneous vegetation of the post-industrial waste sites. *Studies on Grasses in Poland* - In: L. FREY (ed.), *Studies on grasses in Poland*, pp. 313-327. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- SHAW P. J. A., 1998: Conservation management of industrial wastes. *Journal of Practical Ecology and Conservation* Vol 2(1), 13-18.
- SZWEDO J., WOŹNIAK G., KUBAJAK A., WYPARŁO H., RAK W., 1995: Ścieżki dydaktyczne – Po terenach rekultywowanych kopalni piasku Szczakowa S.A. [w:] *Planta, Jaworzno-Szczakowa*, ss 15.
- TOKARSKA-GUZIŁ B., 1991: Hałda huty szkła w Jaworznie-Szczakowej jako ostoja zanikających gatunków w obrębie miasta. *Kształtowanie Środowiska*

- Geograficznego i Ochrona Przyrody na Obszarach Uprzemysłowionych i Zurbanizowanych, UŚ, Katowice - Sosnowiec. 3, 39-42.
- TOKARSKA-GUZIŁ B., 1996: Rola hałd zasadowych w utrzymaniu lokalnej bioróżnorodności. Wyd. Lubuskiego Klubu Przyr. Świebodzin. Przegląd Przyrodniczy VII, 3-4, 261-266.
- TOKARSKA-GUZIŁ B., ROSTAŃSKI A., 1996: Rola zatopisk (zalewisk) pogórnich w renaturalizacji przemysłowego krajobrazu Górnego Śląska. Wyd. Lubuskiego Klubu Przyr. Świebodzin. Przegląd Przyrodniczy VII, 3-4: 267-272.
- TRZCIŃSKA-TACIK H., 1966: Flora i roślinność zwałów Krakowskich Zakładów Sodowych. – *Fragmenta Floristica et Geobotanica* 12, 3, 243-318.
- WILKOŃ-MICHALSKA J., SOKÓŁ M., 1969: Flora zwałów wapiennych Inowrocławskich i Janikowskich Zakładów Sodowych. *Zeszyty Naukowe UMK Nauki Mat.-Przyr.* 21 *Biologia* 11, 173-208.
- WOŹNIAK G., 1998a: Plant succession on sedimentation pools in Upper Silesia. In: Sarsby R. W. (ed.): *Contaminated and derelict land. The proceeding of Green 2: the second international symposium on Geotechnics Related to the Environment*, 60-62. Thomas Telford, London.
- WOŹNIAK G., 1998b: Uwarunkowania sukcesji na osadnikach ziemnych wód kopalnianych na Górnym Śląsku. [The primary succession on coalmine sedimentation pools on the Upper Silesia]. Ph. D Thesis mscr
- WOŹNIAK G., 1998c: Primary succession on the sedimentation pools of coal mine. In: Faliński, J.B. Adamowski W. & Jackowiak B. (eds.), *Synanthropization of plant cover in new Polish research. Phytocoenosis Vol. 10 (N.S.) Supplementum Cartographiae Geobotanicae* 9, 189-198.
- WOŹNIAK G., 2000: Rola procesów naturalnych w rekultywacji nieużytków poprzemysłowych. [The role of natural processes in the reclamation of post-industrial waste sites]. *Inżynieria ekologiczna* 1. Wyd. Ekoinżynieria Lublin, 87-93. In polish with English summary.
- WOŹNIAK G., 2001a: Flora roślin naczyniowych osadników ziemnych wód kopalnianych- nieużytków poeksploatacyjnych na terenie Górnego Śląska. [Vascular plants flora of the coal mine underground water sedimentation pools - post-industrial wastelands in the Upper Silesia]. *Materiały i Opracowania* 6 Centrum Dziedzictwa Przyrody Górnego Śląska, 48. In polish with Latin species list and English summary.
- WOŹNIAK G., KOMPALA A., 2000: Gatunki chronione i rzadkie na nieużytkach poprzemysłowych. *Problemy środowiska i jego ochrony cz. 8. Centrum Studiów nad Człowiekiem i Środowiskiem U Śl*, 101-109.
- WOŹNIAK G., KOMPALA A. 2001a: Ecology of spontaneous vegetation on post-industrial waste lands (Upper Silesia - Poland). In: *Green 3. The exploitation of natural resources and the consequences*. Ed. by R. W. Sarsby and T. Meggyes, 567-573. Thomas Telford, London:
- WOŹNIAK G., KOMPALA A., 2001b: Ekologiczny potencjał nieużytków poprzemysłowych jako podstawa ich biologicznej regeneracji. [Ecological potential of post-industrial wastelands as the basis for its biological regeneration]. In: *Przywracanie wartości użytkowych terenom górniczym*, 223-233, Wieliczka.



- WOŹNIAK G., PASIERBIŃSKI A., ROSTAŃSKI A., 2003: The diversity of spontaneous woodland vegetation on coals mine heaps of Upper-Silesian Industry Region. 29(2), 93-105.
- WOŹNIAK G., ROSTAŃSKI A., 2000; Rola traw w spontanicznej sukcesji roślinnej na osadnikach ziemnych wód kopalnianych na górnym Śląsku [The grass species in course of spontaneous plant succession on coal mine sedimentation pools (Upper Silesia)]. – Łąkarstwo w Polsce 3, 159-161 (in Polish with English summary).

**Irena Wróbel**

Pracownia Badawczo-Projektowa „Aquageo” Racula

**Ireneusz Wróbel**

Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski

## UWARUNKOWANIA LOKACYJNE I FIZJOGRAFICZNE POWODZI W NOWEJ SOLI

### LOCATION AND PHYSIOGRAPHIC CONDITIONS OF FLOOD IN NOWA SÓL CITY

**Słowa kluczowe:** lokacja, fizjografia, hydrologia, hydrogeologia.

**Streszczenie:** Podtopienia budowli, wsi i miast wynikają bardzo często z błędnej lokacji i niedostatecznego rozpoznania warunków fizjograficznych, a w szczególności z braku informacji o zmianach stanów wody w ciekach i stanów wód gruntowych oraz wielkości amplitud wahań tych wód. Epizodyczne powodzie niekiedy mogą pojawiać się także w naszych warunkach fizjograficznych w czasie gwałtownych nawałnych deszczów i innych zjawisk przyrodniczych. Powódzie w Nowej Soli to wynik błędów lokacyjnych osady i uwarunkowań fizjograficznych. W artykule przedstawiono krótką genezę lokacji Nowej Soli oraz czynniki decydujące o powodziach w tym mieście.

**Key words:** location, physiography, hydrology, hydrogeology.

**Summary:** Drowning of building, villages and cities very often are effect of incorrect location and insufficient recognition of physiographic conditions, and in peculiarity from lack of information about changes of water states in rivers and states of land waters as well as sizes of hesitations amplitudes of this waters. Episodic floods can appear also in our physiographic conditions sometimes, in time of tempestuous rains and other natural phenomena. Floods in New Salt are the result of city's location mistakes and physiographic conditioning. In paper it was introduced short history of Nowa Sól city location as well as decisive floods factors.

## GENEZA POWSTANIA NOWEJ SOLI

Powstanie Nowej Soli miało ścisły związek ze zmianą warunków ekonomicznych w sposobie zaopatrywania Śląska w sól. Lokalizacja przyszłej warzelni soli wymagała:

- dogodnej drogi wodnej dla transportu surowca (zanieczyszczonej soli morskiej) z państw zachodnich i możliwości dalszego transportu oczyszczonej soli do odbiorcy, tj. do Głogowa, Wrocławia i Opola,



- terenów usytuowanych bezpośrednio nad spławną rzeką z dogodnym miejscem budowy przystani,
- terenów, z sąsiedztwem lasów, z których można pozyskiwać (kupować) drewno opałowe.

Krótką historią budowy warzelni soli i osady przedstawia się następująco:

- W 1553 roku Antoni Danczka (Schmidt) otrzymuje od cesarza Ferdynanda I patent i prawo wyłączności na 15 lat na założenie na terenach Śląska warzelni soli. Zezwolenie powyższe nakładało na wykonawcę patentu obowiązek uporządkowania koryta rzeki na określonym odcinku.
- Pierwszą warzelnię soli zlokalizowano w pobliżu miejscowości Zabór. Urządzenia do warzenia sprowadzono z Gdańska, a surowiec z Francji.
- 19 kwietnia 1557 r. dotarła do Wrocławia pierwsza barka z solą. Spółka produkująca sól zbankrutowała.
- W 1562 r. zarządzeniem Ferdynanda I warzelnictwo soli na Śląsku upaństwowiono. Założoną przez Danczkę warzelnię zamierzano rozbudować. Właściciel Zaboru nie wyraził zgody na odsprzedaż gruntów pod rozbudowę warzelni i zakazał sprzedaży warzelni drewna opałowego pochodzącego z jego lasów.
- Poszukiwaniem nowego miejsca pod warzelnię soli zajął się cesarski komisarz von Braun. Uznał on, że odpowiednie tereny pod budowę przedsięwzięcia leżą nad Odrą niedaleko Modrzyicy. Pomimo sprzeciwu użytkowników tych gruntów (były oddane przez cesarza w zastaw właścicielom ziemskim) – budowę warzelni rozpoczęto. Pierwsze zabudowania warzelni zostały usytuowane w rejonie dzisiejszego zalewu portowego. 4 października 1563 r. nadszedł pierwszy surowiec, a 13 listopada tegoż roku opuścił pierwszy transport soli nową warzelnię. Oficjalnie zakład nosił nazwę „Przy nowej soli w Modrzyicy”. Osada się rozwijała i od końca XVI wieku nosiła nazwę „Przy Nowej Soli”, z czego stopniowo wytworzyła się nazwa „Nowa Sól”. Warzelnia soli stworzyła warunki do powstania osady, a ta przekształciła się w ośrodek przemysłowo-administracyjny i w maju 1743 r. otrzymała prawa miejskie.

Czynnikami lokacyjnymi Nowej Soli były:

A. Czynniki ekonomiczne, a w szczególności:

- a) wzrost zapotrzebowania na sól oczyszczoną na Dolnym Śląsku,
- b) istnienie możliwości nabycia terenów pod projektowaną budowę warzelni i osiedla dla zatrudnienia w pierwszym okresie około 100 robotników,
- c) sąsiedztwo dużych kompleksów leśnych, z których istniała możliwość zaopatrywania warzelni w drewno opałowe.

B. Czynniki naturalne:

- a) istnienie w sąsiedztwie warzelni drogi wodnej (Odry), umożliwiającej transport z odległych krajów surowca do przetwarzania i możliwość dalszego transportu oczyszczonej soli na Śląsk,
- b) możliwość wybudowania przystani dla cumowania barek transportowych i innych jednostek pływających.

Z wyżej przedstawionej krótkiej historii lokacyjnej Nowej Soli i jej historycznego, przestrzennego rozwoju wynika, że czynniki fizjograficzne – we współczesnym znaczeniu tego słowa – nie były brane pod uwagę.

## WARUNKI FIZJOGRAFICZNE

Nowa Sól usytuowana została – po długich próbach wyboru lokacji – na lewym brzegu Odry w miejscu rozcięcia przez łożysko tej rzeki obszernej pradoliny Głogowsko-Baruckiej (nazwę pradoliny urobiono od dwóch miejscowości: Głogów i Baruth, w RFN. W literaturze często używa się nazwy Pradolina Barycko-Głogowska. [Krygowski, 1961]. Pradolina – o przebiegu zbliżonym do równoleżnikowego – w rejonie Nowej Soli wyraźnie się rozszerza, osiągając szerokość ponad 20 km. Na N pradolina graniczy z Wąłem Zielonogórskim, a na S ze Wzgórzami Dalkowskimi. Dno pradoliny na odcinku Nowa Sól – Nowogród Bobrzański tworzy płaską równinę, łagodnie pochyloną ku wschodowi. Powierzchnię tę urozmaicają zalesione pagórki wydmore o bardzo regularnych formach (np. wydma w Jeleniowie). Powierzchnia terenu w rejonie Nowej Soli jest wyniesiona do rzędnych 65-66 m n.p.m. i wzdłuż koryta Odry obniża się do 65-64 m n.p.m.. Terasy pradoliny i doliny Odry wzajemnie się zazębiają i w morfologii trudno jest ustalić ich granice (rys. 1 i 3).

Kopalne podłoże pradoliny budują osady trzeciorzędowe (pstre iły plicieńskie) oraz osady starszego plejstocenu, reprezentowanego przez osady lodowcowe i wodnolodowcowe (rys. 3). W rejonie Nowogrodu Bobrzańskiego stwierdzono najwyższe wypiętrzenie ilastych osadów trzeciorzędowych, które tworzy na omawianym odcinku pradoliny wododział czwartorzędowych wód podziemnych. W rejonie Nowogrodu Bobrzańskiego występuje węzeł geomorfologiczny, gdzie młoda dolina Bobru przecina pradolinę Głogowsko-Barucką. Od tego miejsca w pradolinie następuje przemodelowanie kierunków spadków powierzchni terenu ku wschodowi i ku zachodowi. W kierunku wschodnim płyną Śląska Ochla i Czarna Struga, co jest również jednym z czynników oddziałujących na stany wody w Odrze. Również ku wschodowi obniża się powierzchnia dna kopalnej pradoliny.

Ze wschodniego odcinka pradoliny od Głogowa do Nowej Soli korzysta rzeka Odra. W podłożu nowosolskiego odcinka pradoliny występuje miąższa seria osiągająca ponad 100 m miąższości osadów piaszczysto-żwirowych, tworzących jeden z największych zbiorników czwartorzędowych wód podziemnych. Występujące tu wody gruntowe spływają ku E w kierunku Nowej Soli. B. Krygowski [1961] zwraca uwagę na bardzo skomplikowaną genezę odcinka nowosolskiego pradoliny.

W profilu geologicznym na obszarze całego nowosolskiego odcinka pradoliny występują słabe gleby murszowe i piaszczyste wytworzone na piaskach zwydmionych, poniżej których zalega miąższa warstwa osadów piaszczystych i piaszczysto-żwirowych o bardzo wysokich współczynnikach filtracji rzędu  $5 \times 10^{-3}$  do ponad  $5 \times 10^{-2}$  m/s. Strefa aeracji jest bardzo mała – od 0,5 do 3,0 m. Przy wysokich stanach wód gruntowych zanika i dochodzi wtedy do podtopień w obniżeniach terenowych w wyniku podsiąków wód gruntowych.

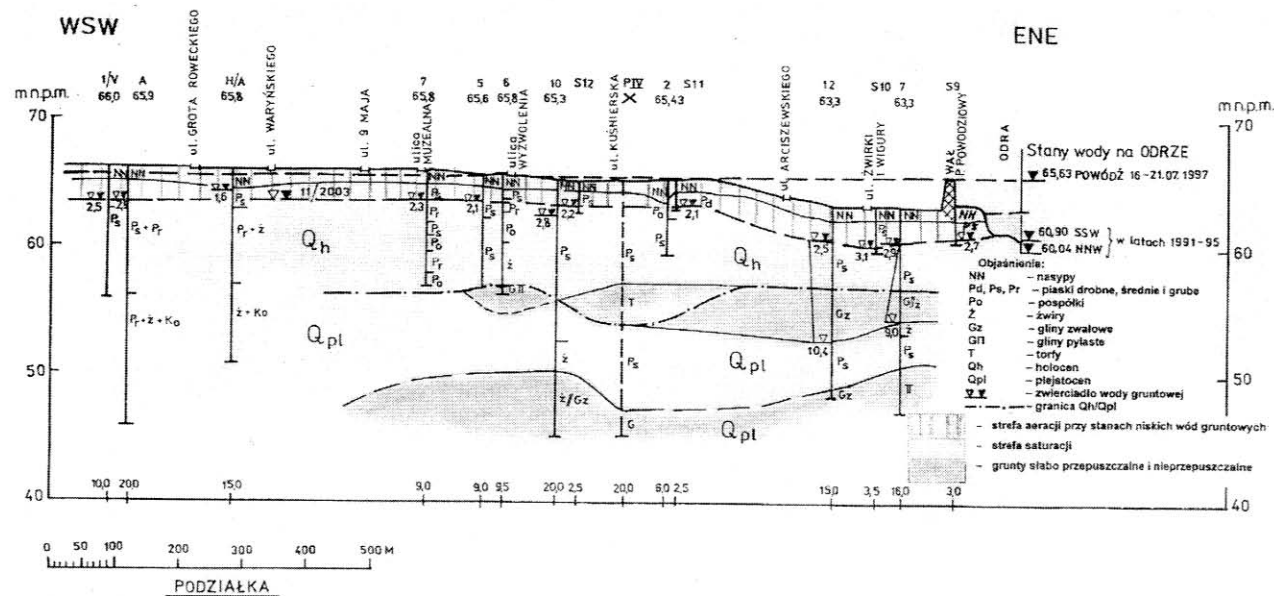




Rys. 1. Mapa fizyczna przebiegu wielkich pradoliny



Rys. 2. Obszar Nowej Soli zalany podczas powodzi w 1997 r.



Rys. 3. Przekrój hydrogeologiczny przez śródmieście Nowej Soli



**Warunki klimatyczne** Nowej Soli kształtowane są przez wpływy atlantyckich mas powietrza. Temperatura średnia roczna około  $8,5^{\circ}\text{C}$ ; okres wegetacyjny około 220 dni; opady atmosferyczne poniżej 500 mm rocznie. Istotny wpływ na stan wody w Odrze i jej dopływach mają opady w Sudetach, przekraczające niekiedy 1000 mm rocznie.

**Stosunki hydrologiczne Odry** wykazują dużą zmienność wielkości przepływów będących wynikiem urozmaiconego kształtu dorzecza i bardzo zróżnicowanej budowy geologicznej podłoża, po którym płynie rzeka, a przede wszystkim dużej nieregularności i intensywności opadów na obszarze górskiej części dorzecza.

W kronikach i kalendarzach Śląska odnotowanych jest wiele wielkich powodzi. Poniżej wymienia się kilka wybranych z nich:

- W roku 1554 została rozpoczęta budowa warzelni i regulacja rzeki Odry przez Antoniego Danczka.
- Rok 1565 (wiosna) przyniósł wielką powódź, która zahamowała działalność prężnie rozwijającej się warzelni. Powódź oderwała część budynków warzelni. Wzburzone wody zalały lasy, uniemożliwiając wyrąb potrzebnego do prowadzenia działalności produkcyjnej drewna. Ponadto spływające wody uszkodziły tamy, co spowodowało konieczność ponownego umocnienia brzegów.
- Rok 1854 – niezwykle silna powódź dotarła aż do progu zboru braci Morawskich przy ulicy Wróblewskiego w Nowej Soli.
- Rok 1985 – nastąpiło kolejne wezbranie, które można zakwalifikować jako wezbranie opadowe. Czas trwania wezbrania wynosił 13-22 dni. Najwyższy poziom wód powodziowych odczytany na wodowskazie w Nowej Soli wynosił 588 cm. Powódź ta rozpoczęła się około 10 sierpnia i zakończyła około 30 sierpnia. 13 sierpnia w województwie zielonogórskim został ogłoszony alarm przeciwpowodziowy. 16 sierpnia poziom wód w Nowej Soli spowodował przesiąki wałów, które usuwano workami z piaskiem. Około 19 sierpnia woda przelała się przez wały w regionie ulicy Portowej i jej okolic. Miejsce to zostało zalane. Pod wodami był także Bytom Odrzański. W okolicach Nowej Soli zalany został odcinek drogi Nowa Sól – Stany. Powódź ogarnęła kilkaset hektarów upraw rolnych i około 12 tys. ha terenów obejmujących łąki i obszary zadrzewione. Około 19 sierpnia stan wód w Nowej Soli zaczął się sukcesywnie obniżać w miarę upływu czasu, a 22 sierpnia o godzinie 14<sup>00</sup> w województwie zielonogórskim odwołano alarm przeciwpowodziowy. Przepływ maksymalny fali powodziowej w przekroju Nowej Soli wyniósł  $1270 \text{ m}^3/\text{sek}$ .
- Rok 1997 –bardzo duże opady w dorzeczu górnej Odry, a przede wszystkim w czeskiej części dorzecza. Skalę tych opadów przedstawia poniższa tabela w porównaniu z opadami z 1985 r.
- Sumy opadów, które spowodowały wezbranie w lipcu 1997 roku, przekraczały dwu-, a nawet trzykrotnie opady z sierpnia 1985 roku. Podane w tabeli opady zdecydowały o rozmiarach wezbrania na górnej Odrze.

**Tab. 1. Porównanie wielkości sum opadów, które uformowały wezbrania w sierpniu 1985 r. i lipcu 1997 r.**

Stacja/posterunek	Suma opadów [mm]	
	6-10 sierpnia 1985 r.	4-9 lipca 1997 r.
Praded (Czechy)	154	454
Lysa Hora (Czechy)	283	586
Racibórz	104	244
Głubczyce	114	240

Fala powodziowa w Nowej Soli utrzymywała się wyjątkowo długo i wolno spływała w dół rzeki. Pierwsza fala kulminacyjna osiągnęła 681 cm 16 lipca 1997 r. o godz. 21<sup>00</sup> i przekroczyła dotychczasowe absolutne maksimum (659 cm) o 22 cm, a maksymalny przepływ wynosił 3040 m<sup>3</sup>/s i nie mieścił się w istniejącym międzywału. Przed przelaniem się wody w rejonie śródmieścia w Nowej Soli przez wał przeciwpowodziowy, uchroniła decyzja Komitetu Przeciwpowodziowego (z 12 lipca 1997 r.) o rozkopaniu wału chroniącego drogę Nowa Sól – Przyborów. Powstał w ten sposób „kanał ulgi” w starorzeczu Odry, który w czasie przejścia fali kulminacyjnej obniżył jej poziom o 100 cm. Pomimo że nie nastąpiło przelanie się fali powodziowej przez koronę wału przeciwpowodziowego w centrum miasta, to wiele kwartałów i ulic niżej położonych zostało podtopionych (patrz rys. 2). Stany wody w dniach 16-21.07.1997 r. utrzymywały się w Nowej Soli na poziomie ok. 65,63 m n.p.m. (rys. 3). Tereny położone wzdłuż wału przeciwpowodziowego (rejon ul. Portowej, Żwirki i Wigury, Arciszewskiego) wyniesione są do poziomu ok. 63-63,5 m n.p.m.

W tej sytuacji przy długotrwałych stanach powodziowych w międzywału następowało podtapianie powierzchniowe terenów położonych na zewnątrz wałów. Dodatkowym czynnikiem rozszerzania się obszarów podtapianych było „zderzenie” się wysokiej fali wód gruntowych spływających pradoliną w kierunku koryta Odry z wodami fali powodziowej na Odrze. Sytuację powodziową komplikowały wysokie stany wód dopływów Odry płynących Pradolina Głogowsko-Barucką, Śląskiej Ochli i przede wszystkim Czarnej Strugi (patrz rys. 1). Powstrzymywany odpływ wód powierzchniowych i gruntowych spływających do doliny Odry, spowodował częściowe podtopienie północnych dzielnic Nowej Soli – Pleszówka i Koserza.

Dzięki spontanicznej akcji mieszkańców tych miejscowości zbudowany został wał zabezpieczający, co ograniczyło rozprzestrzenianie się powodzi w kierunku śródmieścia Nowej Soli. Porównanie stanów kulminacyjnych powodzi 1997 r. przedstawiono w tabeli 2.



**Tab. 2. Stany kulminacyjnej Odry w Nowej Soli i Cigacicach  
(wg IMGW Warszawa)**

Wodowskaz	Pierwsza kumulacja		Druga kumulacja	
	stan wody [cm]	data	stan wody [cm]	data
Nowa Sól	680	16 lipca 18 <sup>(00)</sup> -22 <sup>(00)</sup>	673	18 lipca 12 <sup>(00)</sup>
Cigacice	658	16 lipca 23 <sup>(00)</sup> -24 <sup>(00)</sup>	682	19 lipca 1 <sup>(00)</sup> -2 <sup>(00)</sup>

## PODSUMOWANIE

- Nowa Sól usytuowana została na przecięciu przez dolinę Odry wielkiej Pradoliny Głogowsko-Baruckiej. Odra stanowi lokalną bazę erozyjną dla wód powierzchniowych i gruntowych, płynących z zachodu na wschód. Przy wysokich stanach wody w Odrze odpływ z pradoliny zostaje zatrzymany. Pomimo zabezpieczenia koryta Odry wałem przeciwpowodziowym dochodzi do podpowierzchniowego piętrzenia wód gruntowych i w efekcie podtapiania przyziemi w obiektach budowlanych, a przy utrzymywaniu się długotrwałych stanów powodziowych w Odrze, następują podtopienia w obniżeniach terenowych poza obwałowaniami rzeki.
- W rejonie Nowej Soli w podłożu geologicznym występują grunty piaszczyste i piaszczysto-żwirowe o bardzo korzystnych współczynnikach filtracji. Fakt ten bardzo sprzyja rozprzestrzenianiu się w pierwszej kolejności podtopień podziemnych i dalej tworzeniu się zastoisk powodziowych na powierzchni terenu.
- Przy wyborze miejsca pod lokalizację miasta brano w przeszłości pod uwagę takie czynniki jak:
  - usytuowanie geograficzne ze względu na łatwość dostarczania surowców i wywozu gotowych produktów (w tym przypadku soli),
  - istnienie na miejscu materiałów energetycznych. W przypadku lokalizacji warzelni soli, istniało duże zapotrzebowanie na drewno opałowe i na budulec dla wznoszonych obiektów przemysłowych i mieszkalnych,
  - możliwość wybudowania przystani na rzece dla wyładunku i załadunku towarów masowych na transport wodny.
- Czynniki fizjograficzne i ich zmienność w czasie i przestrzeni nie były brane pod uwagę.
- Pierwszy wodowskaz na Odrze w Nowej Soli założony został w 1812 r.
- Jak wynika z wyżej przeprowadzonej analizy warunków gruntowo-wodnych Nowej Soli oraz innych czynników fizjograficznych, a przede wszystkim hydrologicznych, istnieje pilna potrzeba przeprowadzenia oceny teoretycznej co do celowości dalszego podwyższania wałów przeciwpowodziowych.

## LITERATURA

- Atlas województwa zielonogórskiego. LTN., praca zbiorowa pod red. S. Zajchowskiej. Wyd. Geol., Warszawa, 1972.
- BARTKOWSKI T., 1963: O formach rozcięcia marginalnego i niektórych formach strefy marginalnej na Nizinie Wielkopolskiej. Cz. I, tom IX, PTPN – Poznań.
- HEŚ K., 1999: Rzeka Odra – powódzie w Nowej Soli. Praca dyplomowa wyk. pod kier. I. Wróbla w Inst. Inżynierii Środowiska. Maszynopis. Biblioteka UZ.
- KOŁODZIEJCZYK U., 2002: Geologiczno-inżynierskie badania wałów przeciwpowodziowych i ich podłoża – jako metoda prognozy zagrożeń powodziowych na lubuskim odcinku Odry. Wyd. UZ. Zielona Góra.
- KRYGOWSKI B., 1961: Geomorfologia cz. I. Geografia fizyczna Niziny Wielkopolskiej. Poznań.
- WRÓBEL I., 1989: Wody podziemne Środkowego Nadodrza i problemy ich ochrony. Wyd. WSI w Zielonej Górze.
- WRÓBEL I. i zespół, 2003: Ekofizjografia Śródmieścia Nowej Soli. Maszynopis. Archiwum P.B.P. :Aquageo” Racula.
- WRÓBEL I., ZDUNEK T., 1973: Paleomorfologia podłoża czwartorzędowego południowo-zachodniej części województwa zielonogórskiego. Publikacja LTN. Tom XIII – Wydział Nauk Przyrodniczych Zeszyt nr 1 Komisji Geograficzno-Geologicznej. Wyd. PWN – Oddział w Poznaniu.
- WWWiDEF, 2000: Atlas obszarów zalewowych Odry. Wrocław.





## WYKAZ AUTORÓW

### **Antoniewicz Jacek**

Katedra Chemii Rolnej, Akademia Rolnicza w Krakowie  
al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków

### **Bahonko Magdalena**

Katedra Ekologii, Uniwersytet Szczeciński  
ul. Wąska 13, 71-415 Szczecin

### **Bargiel Tomasz**

Katedra Rekultywacji Gleb i Ochrony Torfowisk, Akademia Rolnicza w Krakowie  
al. Mickiewicza 27/28, 30-059 Kraków

### **Bielińska Elżbieta Jolanta**

Instytut Gleboznawstwa i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego, Akademia Rolnicza w Lublinie  
ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin

### **Błońska Agnieszka**

Katedra Geobotaniki i Ochrony Przyrody, Uniwersytet Śląski  
ul. Jagiellońska 28, 40-032 Katowice

### **Bobowska Anna**

Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski  
ul. Prof. Z. Szafrana 15, 65-140 Zielona Góra

### **Bocheński Marcin**

Instytut Biotechnologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski  
ul. Monte Cassino 21B, 65-561 Zielona Góra

### **Bogacz Adam**

Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego, Akademia Rolnicza we Wrocławiu  
50-375 WROCLAW, ul. Grunwaldzka 53

### **Borkowski Marek**

Katedra Geotechniki, Politechnika Szczecińska  
al. Piastów 50, 70-310 Szczecin

### **Boroń Krzysztof**

Katedra Rekultywacji Gleb i Ochrony Torfowisk, Akademia Rolnicza w Krakowie  
al. Mickiewicza 27/28, 30-059 Kraków

### **Brodzińska Barbara**

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Oddział w Poznaniu  
60-594 Poznań, ul. Dąbrowskiego 174/176

### **Budziński Mariusz**

Katedra Ląkarstwa, Akademia Rolnicza w Poznaniu  
ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań

### **Chodak Tadeusz**

Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego, Akademia Rolnicza we Wrocławiu  
ul. Grunwaldzka 53, 50 – 357 Wrocław

### **Chrzan Tadeusz**

Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski  
ul. Prof. Z. Szafrana 15, 65-140 Zielona Góra

### **Cieślak Justyna**

Katedra Ląkarstwa, Akademia Rolnicza w Poznaniu  
ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań

### **Czemko Magdalena**

Katedra Ląkarstwa, Akademia Rolnicza w Poznaniu  
ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań

### **Damian Chmura**

Instytut Ochrony Przyrody PAN  
al. A. Mickiewicza 33, 31-120 Kraków



**Drab Michał**

Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski  
ul. Prof. Z. Szafrana 15, 65-140 Zielona Góra

**Dużyński Mariusz**

Zakład Gleboznawstwa i Ochrony Gleb, Katedra Ochrony Powierzchni Ziemi, Uniwersytet Opolski,  
ul. Oleska 22, 45-052 Opole

**Gałka Bernard**

Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego, Akademia Rolnicza we Wrocławiu  
ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław

**Gawęda Tomasz**

Nadleśnictwo Andrychów, RDLP Katowice  
ul. Wrzosowa 10, 43-454 Czaniec

**Gawron Magdalena**

Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego, Akademia Rolnicza we Wrocławiu  
ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław

**Gendolla Tomasz**

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Oddział we Wrocławiu  
ul. Parkowa 30, 51-616 Wrocław

**Gniazdowski Jarosław**

Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa, Lubuski Oddział Regionalny w Zielonej Górze  
al. Zjednoczenia 104, 65-120 Zielona Góra

**Gontaszewska Agnieszka**

Instytut Budownictwa, Uniwersytet Zielonogórski  
ul. Z. Szafrana 2, 65-516 Zielona Góra

**Grabowska-Olszewska Barbara**

Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej, Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski,  
al. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa

**Greinert Andrzej**

Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski  
ul. Prof. Z. Szafrana 15, 65-140 Zielona Góra

**Greinert Henryk**

Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski  
ul. Prof. Z. Szafrana 15, 65-140 Zielona Góra

**Gurwin Jacek**

Zakład Hydrogeologii Stosowanej, Instytut Nauk Geologicznych Uniwersytetu Wrocławskiego,  
pl. Maxa Born 9, 50-204 Wrocław

**Haber Zbigniew**

Wyższa Szkoła Ochrony Środowiska  
ul. Fordyńska 120, Bydgoszcz

**Halicki Wojciech**

Instytut Ekologii Stosowanej, Maszewo

**Jańczak Jerzy**

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Oddział w Poznaniu  
ul. Dąbrowskiego, 174/17660-594 Poznań

**Jasiewicz Czesława**

Katedra Chemii Rolnej, Akademia Rolnicza w Krakowie  
al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków

**Jerzak Leszek**

Instytut Biotechnologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski  
ul. Monte Cassino 21B, 65-561 Zielona Góra

**Jezierski Paweł**

Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego, Akademia Rolnicza we Wrocławiu  
ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław

**Kaczmarowski Stanisław**

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Oddział we Wrocławiu  
ul. Parkowa 30, 51-616 Wrocław

**Kaszubkiewicz Jarosław**

Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego, Akademia Rolnicza we Wrocławiu,  
ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław

**Klatka Sławomir**

Katedra Rekultywacji Gleb i Ochrony Torfowisk, Akademia Rolnicza w Krakowie  
al. Mickiewicza 27/28, 30-059 Kraków

**Kolodziejczyk Urszula**

Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski  
ul. Prof. Z. Szafrana 15, 65-140 Zielona Góra

**Kompala-Bąba Agnieszka**

Katedra Geobotaniki i Ochrony Przyrody Uniwersytet Śląski  
ul. Jagiellońska 28, 40-032 Katowice

**Kowalik Andrzej**

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Oddział w Poznaniu  
60-594 Poznań, ul. Dąbrowskiego 174/176

**Kozieja Wojciech**

Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa, Lubuski Oddział Regionalny w Zielonej Górze  
al. Zjednoczenia 104, 65-120 Zielona Góra

**Kraiński Andrzej**

Instytut Budownictwa, Uniwersytet Zielonogórski  
ul. Z. Szafrana 2, 65-516 Zielona Góra

**Kryszak Anna**

Katedra Łąkarstwa, Akademia Rolnicza w Poznaniu  
ul. Wojska Polskiego 28

**Krzaklewski Wojciech**

Katedra Ekologii Lasu, Akademia Rolnicza w Krakowie  
al. 29-go Listopada 46, 31-425 Kraków

**Kuska Grzegorz**

Zakład Gleboznawstwa i Ochrony Gleb, Katedra Ochrony Powierzchni Ziemi, Uniwersytet Opolski,  
ul. Oleska 22, 45-052 Opole

**Lech Poprawski**

Biuro Pełnomocnika Rządu RP ds. Programu dla Odry-2006  
pl. Powstańców Warszawy 1, 50-951 Wrocław

**Lewandowski Piotr**

Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski  
ul. Prof. Z. Szafrana 15, 65-140 Zielona Góra

**Liana Ewa**

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Oddział we Wrocławiu  
ul. Parkowa 30, 51-616 Wrocław

**Lipka Krzysztof**

Katedra Rekultywacji Gleb i Ochrony Torfowisk, Akademia Rolnicza w Krakowie  
al. Mickiewicza 27/28, 30-059 Kraków

**Malec Magdalena**

Katedra Rekultywacji Gleb i Ochrony Torfowisk, Akademia Rolnicza w Krakowie  
al. Mickiewicza 27/28, 30-059 Kraków

**Malecki Adam**

Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski  
ul. Prof. Z. Szafrana 15, 65-140 Zielona Góra

**Malek Stanisław**

Katedra Ekologii Lasu, Akademia Rolnicza w Krakowie  
al. 29-go Listopada 46, 31-425 Kraków

**Mocek Andrzej**

Katedra Gleboznawstwa, Akademia Rolnicza w Poznaniu  
ul. Mazowiecka 42, 60-623 Poznań



**Mrozińska Gabryela**

Katedra Geotechniki, Politechnika Szczecińska  
al. Piastów 50, 70-310 Szczecin

**Novik Gotfrid**

Rezekne Higher Education Institution  
Atbrivoshanas al. 90, Rezekne, LV-4600, Latvia

**Ochman Daniel**

Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego, Akademia Rolnicza we Wrocławiu  
ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław

**Orczewska Anna**

Katedra Ekologii, Uniwersytet Śląsk  
ul. Bankowa 9, 40-007 Katowice

**Owczarzak Wojciech**

Katedra Gleboznawstwa, Akademia Rolnicza w Poznaniu  
ul. Mazowiecka 42, 60-623 Poznań

**Palacz Robert**

Katedra Ekologii, Uniwersytet Szczeciński  
ul. Wąska 13, 71-415 Szczecin

**Pietrzykowski Marcin**

Katedra Ekologii Lasu, Akademia Rolnicza w Krakowie  
al. 29-go Listopada 46, 31-425 Kraków

**Pniewska Ewelina**

Instytut Ekologii Stosowanej, Maszewo

**Puchalski Wojciech**

Politechnika Koszalińska, Katedra Biologii Środowiskowej  
ul. Śniadeckich 2, 75-454 Koszalin

**Radkiewicz Józef**

Instytut Biotechnologii i Ochrony Środowiska  
Uniwersytet Zielonogórski

**Rogalski Maciej**

Katedra Ekologii, Uniwersytet Szczeciński  
ul. Wąska 13, 71-415 Szczecin

**Sierka Edyta**

Katedra Geobotaniki i Ochrony Przyrody Uniwersytet Śląski  
ul. Jagiellońska 28, 40-032 Katowice

**Skowronek Artur**

Geoconsult Skowronek & Wrobel GbR  
Callinstrasse 30, Hannover

**Sziwa Ryszard**

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Oddział w Poznaniu  
60-594 Poznań, ul. Dąbrowskiego 174/176

**Szpakowska Marta**

Lubuski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Zielonej Górze  
ul. Ptasia 2b, Zielona Góra

**Szulc Agnieszka**

Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego, Akademia Rolnicza we Wrocławiu  
50-375 WROCLAW, ul. Grunwaldzka 53

**Szustakowski Mieczysław**

Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski  
ul. Prof. Z. Szafrana 15, 65-140 Zielona Góra

**Szutowicz Julita**

Katedra Geotechniki, Politechnika Szczecińska  
al. Piastów 50, 70-310 Szczecin

**Szymańczyk Artur**

Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski  
ul. Prof. Z. Szafrana 15, 65-140 Zielona Góra

**Twarowski Ryszard**

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Oddział we Wrocławiu  
ul. Parkowa 30, 51-616 Wrocław

**Walczak Barbara**

Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski  
ul. Prof. Z.Szafrana 15, 65-140 Zielona Góra

**Warcholak Piotr**

Lubuski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Zielonej Górze  
ul. Ptasia 2b, Zielona Góra

**Węclewski Sebastian**

Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski  
ul. Prof. Z.Szafrana 15, 65-140 Zielona Góra

**Wojciech Bąba**

Institute of Nature Conservation, Polish Academy of Science  
ul. A. Mickiewicza 33, PL - 31-120 Kraków

**Wostek Katarzyna**

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Oddział we Wrocławiu  
ul. Parkowa 30, 51-616 Wrocław

**Woźniak Gabriela**

Katedra Geobotaniki i Ochrony Przyrody Uniwersytet Śląski  
ul. Jagiellońska 28, 40-032 Katowice

**Wróbel Irena**

Pracownia Badawczo-Projektowa „Aquageo”, Racula

**Wróbel Ireneusz**

Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Zielonogórski  
ul. Prof. Z.Szafrana 15, 65-140 Zielona Góra



